إنتاج الفلفل والباذنجان



سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الفلفل والباذنجان

تأليف

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

الطبعة الأولى

٢٠٠١



الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الفلفل والباذنجان

رقم الإيداع : ٢٠٠١/٨١٤٢
I. S. B. N. : 977 - 258 - 164- 7

للدار العربية للنشر والتوزيع
٣٢ شارع عباس العقاد – مدينة نصر
ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم . ولا شك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها . ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها ، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً ، طلابًا وطالبات ، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت – فيما مضى – علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية ، فكانت لغة العلوم والآدب ، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب ، ولم ينكر الأوروبيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى ، ثم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة عن النمو والتطور ، وأبعدها عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير ، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء ، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح ، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة

العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر . وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا ، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته ، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة ، يشككون فى قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر : " علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر ، فإذا حكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة "

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر – فى أسرع وقت ممكن – إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكوماتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عُقدًا وأمراضًا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديًا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية ، كاليابان ، وإسبانيا ، وألمانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟! .

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربيـة للنشـر والتوزيـع ، وتحقيقًا لأغراضـها فـى تدعيم الإنتـاج العلمـى ، وتشـجيع العلمـاء والبـاحثين فـى إعـادة منـاهج التفكـير العلمـى وطرائقـه إلى رحاب لغتنا الشريفـة ، تقوم الـدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشـره - الـدار مـن الكتـب العربيـة التـى قـام بتأليفـها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا ... ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى ، وفيمـا أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها .

وقد صدق الله العظيم حينما قـال فى كتابه الكريم : ﴿ وقل اعملـــو فســيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكـم بمـا كنتـم تعملون ﴾.

محـمـد أحـمـد دربـالـه

الدار العربية للنشر والتوزيع



المقدمة

مرت إحدى عشرة عامًا على إصدار كتاب "الخضر الثمرية"، الذى كان ضمن سلسلة "العلم والممارسة فى المحاصيل الزراعية". ولقد لاقت تلك الطبعة إقبالاً كبيرًا من قبل المنتجين ، والطلاب، والباحثين. ونظرًا لأن أمورًا كثيرة استجدت خلال تلك الفترة فى كل ما يتعلق بتكنولوجيا إنتاج محاصيل الخضر التى تضمنها كتاب "الخضر الثانوية"؛ لذا .. كان من الضرورى تجديد تلك الطبعة لتتضمن كل جديد فى الموضوع. ولكى يبقى الكتاب فى حجم مناسب مع عدم إهمال أى تفاصيل، كان لزامًا فصل محاصيل الخضر التى تضمنها كتاب "الخضر الثمرية"، وتوزيعها فى مجموعات على ثلاثة كتب جديدة، وهذا هو أولها: "إنتاج الفلفل والباذنجان".

يقع الكتاب فى ستة فصول، خصصت الفصول الخمسة الأولى منها للفلفل، بينما خصص الفصل الأخير للباذنجان. وتناولت الفصول الخاصة بالفلفل التعريف بالمحصول وأهميته، والوصف النباتى، والأصناف (الفصل الأول)، والاحتياجات البيئية، وطرق التكاثر، والزراعة، وعمليات الخدمة الزراعية (الفصل الثانى)، والفسيولوجى (الفصل الثالث)، والحصاد، والتداول، والتخزين، وفسيولوجيا ما بعد الحصاد (الفصل الرابع)، والأمراض والآفات ومكافحتها (الفصل الخامس). أما الفصل السادس فقد تناول جميع الأمور التى أسلفنا بيانها، ولكن بالنسبة لمحصول الباذنجان.

ولقد شهدت جميع فصول الكتاب تحديثًا شاملاً لمحتوياتها، اعتمد على كل ما هو جديد، وظهر فى مئات المراجع التى ضمتها قائمة مصادر الكتاب.

وكعهدى دائمًا مع القارئ العربى .. فإن هذا الكتاب – كغيره من كتب هذه السلسلة – أعدَّ ليكون مرجعًا لكل من منتجى الفلفل والباذنجان، والباحثين، والطلاب فى مرحلتى البكالوريوس والدراسات العليا؛ ذلك لأنى وضعت نصب عينى الجانبين العلمى والتطبيقى، مع توثيق كل ما ورد بالكتاب من معلومات بمراجعها الأصلية، وبأسلوب

يفى بمتطلبات الباحث، ويخدم حق المنتج فى تفهم الأسس التى بنيت عليها التوصيات التى وردت بالكتاب وبدائلها.

والله ولى التوفيق.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الأول

الفلفل: التعريف بالمحصول، والأهمية الغذائية والاقتصادية، والوصف النباتى، والأصناف

ينتمى الفلفل pepper إلى الجنس *Capsicum* من العائلة الباذنجانية Solanaceae، وهو يُعد ثالث أهم محاصيل هذه العائلة بعد كل من الطماطم والبطاطس. ويختلف هذا المحصول عن الفلفل الأسود *Piper nigrum* الذى يتبع عائلة Piperaceae.

يُعرف الفلفل كذلك بالإسمين Pimiento، و Chili. و Pimiento هى كلمة إسبانية تعنى فلفل، ولكنها تعنى فى الولايات المتحدة – هى أو كلمة Pimento – طراز معين من الفلفل الحلو ذات ثمار كبيرة، وقلبيلة الشكل، وذات جدر سميكة. أما كلمة Chili (أو Chilli فى أوروبا) فإنها مشتقة من الكلمة المكسيكية Chile، والتى تعنى أى فلفل فى المكسيك وأمريكا الوسطى، ولكن كلمة Chili تكنى بها معظم الطرز الحارة من الفلفل فى كل من أوروبا والولايات المتحدة (عن Greenleaf ١٩٨٦).

الأنواع الهامة التابعة للجنس *Capsicum*

يحتوى الجنس *Capsicum* على حوالى ٢٠–٣٠ نوع، وتنتمى جميع أصناف الفلفل الحلو، ومعظم أصناف الفلفل الحار (الحريف) – التى تجفف وتستخدم كبهارات – للنوع *Capsicum annuum* L.، بينما ينتمى الصنف الحريف تاباسكو Tabasco للنوع *C. frutescens* L.، وتنتمى أصناف أخرى قليلة إلى الأنواع *C. chinense* Jacq.، و *C. baccatum* L.، و *C. pubescens* R. & P.. ومعظم هذه الأصناف حريفة وتنتشر زراعتها فى أمريكا الوسطى، وأمريكا الجنوبية، والجزء الجنوبى من الولايات المتحدة الأمريكية (Smith وآخرون ١٩٨٧).

وتحتوى جميع الأنواع المزروعة من الجنس *Capsicum* على ١٢ زوج من الكروموسومات (٢ن = ٢س = ٢٤).

وفيما يلي وصف موجز لأهم الأنواع التي تنتمي إليها الأصناف التجارية من الفلفل:

النوع *C. annuum*:

يعد هذا النوع أكثر أنواع الجنس كابسكم انتشارًا، وأهمها من الوجهة الاقتصادية، وينتمي إليه جميع أصناف الفلفل الحلو، وغالبية الأصناف الحريفة التي تجفف ويصنع منها مسحوق البابريكا paprika، ومسحوق الشيلي chili. يتميز هذا النوع بالمتوك الزرقاء، والتويج ذي اللون الأبيض، تُحمل الثمار مفردة عند العقد، وتكون الثمار صفراء، أو خضراء اللون قبل النضج، ويصبح لونها أحمر أو أصفر، أو بنيًّا عند النضج. تنمو الطرز البرية من هذا النوع في المنطقة الممتدة من جنوب الولايات المتحدة إلى شمال أمريكا الجنوبية، وتشير الأدلة إلى أن أول استزراع لهذا النوع كان في أمريكا الوسطى، خاصة في المكسيك.

ويقسم Heiser (١٩٧٦) الطرز forms المعروفة من هذا النوع إلى مجموعتين كما يلي:

أ - مجموعة تضم جميع الأصناف التجارية، وتتبع الصنف النباتي *C. annuum* var. *annuum*.

ب - مجموعة تضم جميع الطرز البرية، وتتبع الصنف النباتي *C. annuum* var. *minimum*.

وتبعًا لهذا التقسيم .. فإن الشطة البلدي تتبع الصنف النباتي الأخير.

هذا .. بينما يقسم Schinners (١٩٥٦) أصناف الفلفل التجارية التابعة لهذا النوع إلى خمسة أصناف نباتية حسب شكل الثمرة، كما يلي:

أ - أصناف الفلفل ذات الثمار الكريزية الشكل cherry، وتتبع الصنف النباتي *C. annuum* var. *cerasiforme*.

ب - أصناف الفلفل ذات الثمار القمعية الشكل cone، وتتبع الصنف النباتي *C. annuum* var. *conoides*.

جـ - أصناف الفلفل ذات الثمار العنقودية الحمراء red cluster peppers، وتتبع الصنف النباتي *C. annuum* var. *fasciculatum*.

د - أصناف الفلفل ذات الثمار الطويلة الرفيعة cayenne types، وتتبع الصنف النباتى *C. annuum* var. *longum*.

هـ - أصناف الفلفل الحلو المكعبة أو الناقوسية bell peppers، وتتبع الصنف النباتى *C. annuum* var. *grossum*.

٢ - النوع *C. frutescens*:

ينمو هذا النوع بريًا فى أمريكا الاستوائية، وكذلك فى جنوب شرق آسيا، ولايزرع منه خارج المنطقة الاستوائية سوى الصنفين التجاريين تاباسكو Tabasco، وجرين ليف تاباسكو Greenleaf Tabasco، اللذان تصنع منهما صلصة التاباسكو. يتميز هذا النوع بأن متوك أزهاره زرقاء اللون، وبتلاتها بيضاء ضاربة إلى الخضرة، أو الصفرة، وبأن بعض العقد قد تحمل ثمرتين أو أكثر.

٣ - النوع *C. baccatum*:

تندر زراعة هذا النوع خارج أمريكا الجنوبية. وتوضع الطرز البرية منه تحت النوع النباتى *C. baccatum* var. *baccatum*. أما الأصناف المزروعة التابعة له .. فتوضع تحت الصنف النباتى *C. baccatum* var. *pendulum*. تنمو الطُرز البرية أساسًا فى بوليفيا والمناطق المتاخمة لها، وربما بدأت زراعته فيها. يتميز هذا النوع بوجود بقع صفراء، أو رمادية، أو بنية اللون على البتلات، وبوجود تسنين واضح بسبلات الزهرة. ويضم النوع أهم أصناف الفلفل الحريف - التى تستهلك طازجة أو مجففة - فى أمريكا اللاتينية.

٤ - النوع *C. chinense*:

نشأ النوع *C. chinense* - كغيره من أنواع الجنس *Capsicum* - فى العالم الجديد، ولكن العالم الفرنسى - الذى أعطاه ذلك الإسم - حصل على بذوره من الصين. وهو يختلف عن النوع *C. annuum* بانتقال كروموسومى واحد.

تنتشر زراعة هذا النوع فى أمريكا الاستوائية، وهو أكثر الأنواع المزروعة فى منطقة الأمازون، وينتمى إليه أكثر أصناف الفلفل حرافة. أزهاره بيضاء اللون، وتوجد صبغة الأنثوسانين فى المتوك. يتميز كأس الزهرة بأنه قصير، وبوجود تحزز واضح عند قاعدته.

وتوجد ٢–٥ أزهار عند كل عقدة، وتكون أعناق الثمار منحنية بشكل واضح. كما تكون ثمار الطرز البرية كروية وصغيرة، لا يتعدى قطرها ٥ مم، بينما يصل طول ثمار الطرز المزروعة إلى ٢٠ سم.

وينتمى إلى النوع *C. chinense* الصنف هابانيرو Habanero، الذى يعد أكثر الأصناف حرافة على مستوى العالم، حيث يقدر مستوى حرافته بنحو ٢٠٠٠٠٠ وحدة من وحدات اسكوفيل الحرارية Scoville Heat Units التى تقاس بها الحرافة.

ومن الأصناف الأخرى التى تتبع هذا النوع الصنف باماميان Bahamian، وتحمل فيه الثمار فى عناقيد يتكون كل منها من ٢–٦ ثمار، وهى شديدة الحرافة، ويدوم الإحساس بحرافتها لفترة طويلة بعد أكلها (عن Bosland ١٩٩٢)، وكذلك الصنف سافورى Savory.

٥ – النوع *C. pubescens*:

يطلق على الأصناف المزروعة من هذا النوع اسم روكوتو rocoto، وهى تنمو بكثرة فى الإنديز، وفى بعض المناطق المرتفعة من المكسيك وأمريكا الوسطى. أزهاره أرجوانية اللون بيضاء من قاعدتها، وذات بقعة صفراء عند الغدة الرحيقية، والمتوك قرمزية اللون، والبذور سوداء اللون ومجعدة (Heiser ١٩٧٦، و Smith وآخرون ١٩٨٧).

يتضح لدى مراجعة التقسيم السابق أن معظم الصفات التى يعتمد عليها فى تقسيم أنواع الفلفل هى صفات سطحية. ويعتقد Erwin (١٩٢٩) أن صفتى شكل الكأس (طبقى saucer-shaped، أو فنجانى cup-shaped)، وطريقة حمل الثمار (قائمة erect، أو مدلاة pendant) هما أكثر الصفات ثباتًا، وأنه يمكن الاعتماد عليهما فى تقسيم أنواع الجنس *Capsicum*. إلا أن Smith & Heiser (١٩٥١) يعتقدان أن أهم الصفات التى يمكن الاعتماد عليها فى هذا الشأن هى طبيعة النمو: عشبية أم متخشبة، ولون الأزهار، وعدد الثمار فى العقدة، وحجم ا لثمار. ويقدم Hedrick (١٩١٩) عرضا تاريخيًا، ووصفًا نباتيًا للأنواع التابعة للجنس *Capsicum*.

هذا .. وتكوّن الأنواع المتقاربة من بعضها البعض وراثيًا: *C. annuum*، و *C. chinense*، و *C. frutescens* .. تكون – معًا – ما يعرف بمجموعة *C. annuum* complex،

وهى تمثل أكثر الأنواع انتشارًا فى الزراعة على مستوى العالم (Pickersgill ١٩٩٧).

الموطن وتاريخ الزراعة

موطن الفلفل هو أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية، وهو لم يكن معروفًا فى أوروبا قبل اكتشاف أمريكا. وقد نقل الفلفل إلى أوروبا فى القرن السادس عشر، ويذكر سرور وآخرون (١٩٣٦) أن بعض أصناف الفلفل الأحمر كانت معروفة فى مصر، ثم أدخل الكثير من الطرز الأخرى فى عهد إسماعيل باشا.

ولقد وجدت آثار بقايا ثمار فلفل فى الكهوف فى المكسيك وأمريكا الوسطى يرجع تاريخها إلى حوالى ٧٠٠٠ سنة قبل الميلاد، أما الأدلة على زراعة المحصول فتعود إلى نحو ٥٢٠٠ إلى ٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد (Wien ١٩٩٧).

وكانت بداية استئناس النوع *C. annuum* فى هضاب المكسيك، ويتضمن هذا النوع معظم أصناف الفلفل المكسيكية من طراز chile (وهى حريفة)، ومعظم الأصناف الأفريقية والآسيوية الحريفة، ومختلف الأصناف الحلوة المنزرعة فى مختلف المناطق المعتدلة والباردة من العالم.

ولا يعد النوع *C. annuum* متأقلمًا على النمو فى المناطق الاستوائية الرطبة، حيث يحل محله فى تلك المناطق – على الأقل فى أمريكا الجنوبية – النوعين *C. frutescens*، و *C. chinense*. كما يزرع النوع *C. frutescens* فى أفريقيا وآسيا. وتتميز ثمار النوع *C. chinense* بمذاق خاص بالإضافة إلى حرافتها الشديدة، ومن أهم طرزه هابانيرو Habanero، واسكَتْش بونيت Scotch Bonnet (Pickersgill وآخرون ١٩٩٧)، وهما يشتملان على أشدّ أصناف الفلفل حرافة على مستوى العالم، وقد بدأت زراعتها تنتشر فى الولايات المتحدة بسبب تزايد الإقبال على استهلاك الفلفل الحريف (عن Fery & Thies ١٩٩٨).

وكما أسلفنا .. لم يكن الفلفل معروفًا فى العالم القديم قبل رحلات كولمبس، الذى نقله إلى إسبانيا فى عام ١٤٩٣، ومنها انتشر فى منطقة البحر المتوسط، ثم إلى إنجلترا

قبل عام ١٥٤٨، ثم إلى وسط أوروبا قبل نهاية القرن السادس عشر. وقد نقل البرتغاليون الفلفل من البرازيل إلى الهند قبل عام ١٨٨٥، وذكرت زراعة الفلفل فى الصين فى نهاية القرن الثامن عشر (Greenleaf ١٩٨٦).

الاستعمالات

يزرع الفلفل من أجل ثماره التى تؤكل إما طازجة، أو محشية، أو مخللة، كما تجفف ثمار بعض الأصناف الشديدة الحرافة وتطحن لعمل الشطة. وتطحن الثمار غالبًا كاملة؛ أى مع البذور، والمشيمة، وكأس، وعنق الثمرة. يطلق على بعض أصناف الفلفل اسم بابريكا paprika، وعلى البعض الآخر اسم شيلى chilli نسبة إلى المنتجات التى تصنع منها، وهى متنوعة. فالبابريكات الأوروبية تصنع من ثمار كبيرة وحلوة. ويطلق على البابريكات الإسبانية اسم بيمينتو pimiento، وهى أيضًا غير حريفة، وتستخدم فى صناعة الجبن، وفى حشو الزيتون. أما البابريكات المجرية .. فثمارها طويلة ومستدقة وأكثر حرافة، وهى تطحن بعد تجفيفها ليصنع منها مسحوق البابريكا الذى يستخدم فى الطهى. ويطلق اسم chillies على الثمار الناضجة الحريفة المجففة من أى من النوعين *C. annuum* أو *C. frutescens*، وهى تستخدم كبهارات. وتعد الطرز الأفريقية منها شديدة الحرافة (مثل الشطة السودانى)، بينما تعد الطرز اليابانية أقل حرافة. وهى تستعمل فى الهند ضمن مكونات الكارى. وتصنع صلصة الفلفل pepper sauce من ثمار الصنف تاباسكو بعد تخليل لب الثمار مع الخل والملح (Purseglove ١٩٧٤).

القيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار الفلفل الحلو على المكونات التالية: ٩٣,٢ جم ماء، و ٢٢ سعرًا حراريًا، و ١,٢ جم بروتين، و ٠,٢ جم دهون، و ٤,٨ جم مواد كربوهيدراتية، و ١,٤ جم ألياف، و ٠,٤ جم رماد، و ٩ ملليجرام كالسيوم، و ٢٢ ملليجرام فوسفور، و ٠,٧ ملليجرام حديد، و ١٣ ملليجرام صوديوم، و ٢١٣ ملليجرام بوتاسيوم، و ٤٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٨ ملليجرام ثيامين، و ٠,٠٨ ملليجرام ريبوفلافين، و ٠,٥ ملليجرام نياسين، و ١٢٨ ملليجرام حامض أسكوربيك (فيتامين جـ) (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتبين مما تقدم .. أن الفلفل من الخضر الغنية جدًّا بفيتامين جـ، كما أنه يعـد غنيًّـا نسبيًّا فى كل من فيتامين أ والنياسين.

هذا .. وتتفاوت كثيرًا أصناف الفلفل فى محتواها من الكاروتينـات الكليـة. وبصـورة عامة .. فـإن أصنـاف النـوع *C. annuum* تحتـوى علـى تركـيزات أعلـى مـن مختلـف الكاروتينات عما تحتويه ثمار الأصناف والسلالات التى تتبع الأنواع الأخرى من الجنس *Capsicum*. وقد أدت جهود التربية لأجل تحسين اللون فى أصنـاف البابركـا Paprika إلى تحقيق زيادة كبيرة فى محتواها مـن الكاروتينـات الكليـة، التـى بلغـت فـى إحـدى سلالات التربية (السلالة ٤١٢٦) ٢٤٠ مجم/١٠٠ جم وزن طازج، كان منها ٢٠ مجم من البيتاكاروتين (Levy وآخرون ١٩٩٥).

وقد وجد لدى اختبار مجموعة متنوعة من أصناف الفلفـل – تنمـى إلى طـرز مختلفـة (الجالابينو jalapeno، والناقوسـى bell، والقمعى الأخضر والأحمر، والِسـرّانو serrano، والأصفر الشمعى) – أن محتواها من كل من الكاروتينات النشطة فى تكويـن فيتـامين أ، وحامض الأسكوربيك ازداد بزيادة درجة اكتمال تكوين الثمار فى جميع الأصنـاف. وقـد تراوح نشاط تكون فيتامين أ فيها بين ٢٧,٣، و ٥٠١,٩ رتينـول Retinol Equivalents/ ١٠٠جم، بينما تراوح محتواها من حامض الأسكوربيك بين ٧٦,١، و ٢٤٣,١ مجم/ ١٠٠ جم. وأدت عمليات التصنيع الحرارى للفلفل الجالابينو إلى فقـده لنحـو ٢٥٪ مـن نشـاط فيتامين أ، و ٧٥٪ من محتواه من حامض الأسكوربيك (Howard وآخرون ١٩٩٤).

ونجد فى بعض الأصناف ذات الثمـار الصفـراء – مثـل جولـدن بـل Golden Bell، و أوروبيل Orobelle – أن تركيز الكاروتينات التى تعد من بادئات فيتامين أ يبقى ثابتًـا أو ينخفض كلما ازداد تركيز اللون فـى الثمـار؛ الأمـر الـذى قـد يكـون مـرده إلى تحـول الكاروتينات التى تعد من بادئات فيتامين أ إلى صور أخرى كاروتينية ليست من بادئات فيتامين أ.

ويمد الفلفل الإنسـان باحتياجاتـه اليوميـة مـن الكاروتينـات التـى تعـد مـن بادئـات فيتامين أ بنسبة تختلف باختلاف لون الثمرة، كما يلى (Simonne ،آخرون ١٩٩٧).

اللون	ما يفى به ١٠٠ جم من الاحتياجات اليومية (٪)
الأبيض، والقرمزى، والأصفر، والأخضر، والأسود	صفر – ٥٪
البرتقالى و لأحمر	٥ – ١٠٪
البنى	١٠ – ١٥٪

ويزداد تركيز حامض الأسكوربيك فى ثمار الفلفل أثناء نموها ونضجها، وقد تتوقف الزيادة فى تركيز حامض الأسكوربيك أثناء نضج الثمار، أو تنخفض قليلاً فى بعض الأصناف.

ويعد الفلفل من المصادر الهامة لفيتامين E، علمًا بأن محتوى الثمار من الفيتامين يصل إلى أعلى تركيز له فى الثمار الناضجة فسيولوجيًا، حيث يبلغ تركيزه فيها ٤ أمثال التركيز فى الثمار الخضراء غير المكتملة النمو. ويزداد تركيز الفيتامين فى طرف الثمرة المتصل بالعنق عما فى طرفها الزهرى، كما يبلغ محتوى الطبقة الخارجية من الجدار الثمرى من الفيتامين ٣ أمثال ما تحتويه الطبقات الداخلية منه (Horbowicz & Grudzien ١٩٩٥).

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالفلفل الحلو والحريف فى العالم عام ١٩٩٨ نحو ١,٢١٩ مليون هكتار، وكان متوسط المحصول حوالى ١٣,٦ طنًا للهكتار. وقد توزعت هذه المساحة على قارات العالم على النحو التالى (بالألف هكتار): ٦٨٩ فى آسيا، و ٢٠٥ فى أفريقيا، و ١٤٥ فى أوروبا، و ١٤٨ فى أمريكا الشمالية والوسطى، و ٣٠ فى أمريكا الجنوبية. وكانت أكثر الدول فى المساحة المزروعة بالفلفل هى: الصين، وإندونسيا، والمكسيك، ونيجريا، وجمهورية كوريا حيث بلغت المساحة المزروعة فيها ٣٥٢، و ١١٢، و ١١٠، و ٩٥، و ٨٣ ألف هكتار على التوالى. وقد زُرع فى ذلك العام ٢٦ ألف هكتار من الفلفل فى مصر، وبلغ متوسط المحصول ١٤,٠ طنًّا للهكتار، وكانت أكثر الدول العربية الأخرى زراعة للفلفل (مرتبة تنازليًا) هى: تونس، والجزائر، وسوريا، والعراق (FAO ١٩٩٨).

وقد بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالفلفل فى مصر عام ١٩٩٩ نحو ٦٥٨٥٩ فدانًا، وكان متوسط محصول الفدان ٥,٩ طنًا. وقد توزعت هذه المساحة على العروة الصيفية (٤٣٧٠٨ فدان)، والشتوية (١٥٢٥٨ فدان)، والخريفية (٦٨٩٣ فدان) وكانت أعلى إنتاجية للفدان فى العروة الصيفية بمتوسط قدره ٦,٢ طنًا، فالعروة الخريفية (٥,٥ طنًا للفدان)، فالشتوية (٥,٣ طنًا للفدان) (الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ٢٠٠٠).

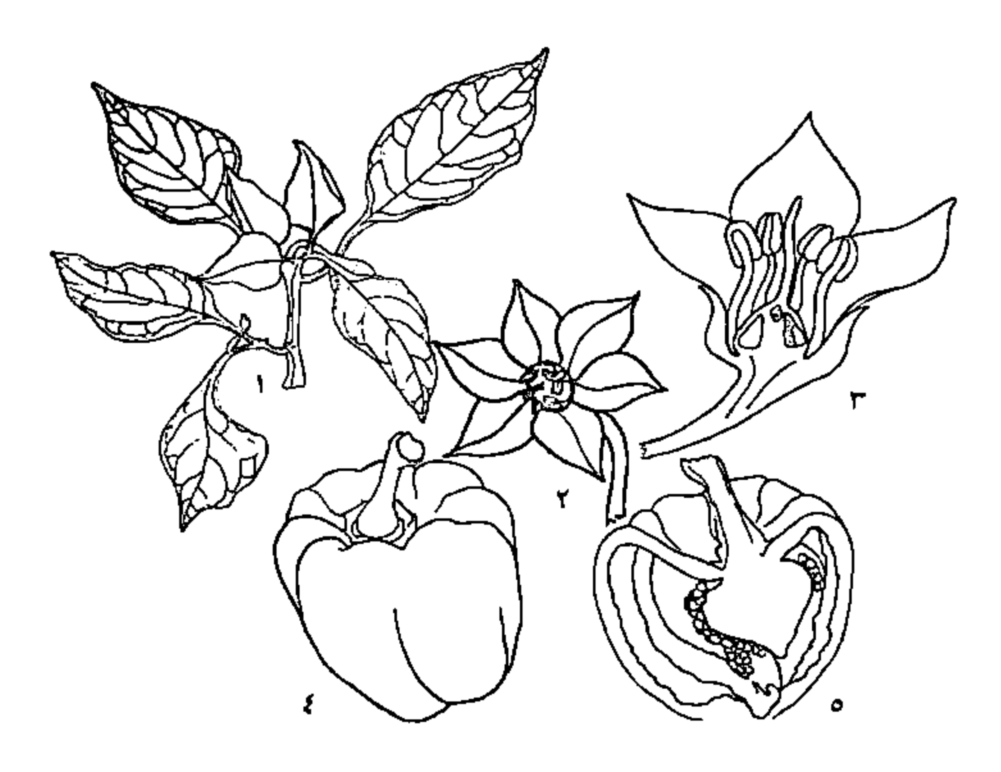
الوصف النباتى

الفلفل نبات عشبى حولى، يمكن تعقيره فى المناطق المعتدلة بحيث ينمو لمدة موسم آخر فى ربيع العام الثانى للزراعة، بعد تقليمه تقليمًا جائرًا قبل حلول فصل الشتاء. إلا أن النوع *C. frutescens* شجيرى مُعمر، وتنمو نباتاته البرية معمرة فى موطنه الأصلى فى أمريكا الجنوبية. ويبين شكل (١–١) الأجزاء النباتية المختلفة للفلفل.

الجذور

يُقطع الجذر الأولى للنبات عادة عندما تقلّع البادرات من المشتل لشتلها، ثم تنمو عدة أفرع جذرية على بقايا الجذر الأولى، وقاعدة الساق بعد الشتل. تنمو بعض هذه الأفرع أفقيًا، وينمو البعض الآخر رأسيًا. ويكون معظم النمو الجذرى فى بداية حياة النبات فى الثلاثين سنتيمترًا العلوية من التربة، ثم يزداد انتشاره تدريجيًا مع تقدم النبات فى العمر. فنجد عند ظهور البراعم الزهرية أن النمو الجذرى يشغل التربة بصورة جيدة لعمق ٣٠ سم، ولمسافة ٤٥ سم فى جميع الاتجاهات حول النبات، كما تتعمق بعض الجذور فى التربة لمسافة ٣٠ سم أخرى. أما النباتات البالغة .. فإن جذورها تشغل التربة بصورة جيدة لعمق ٦٠–٩٠ سم، ولمسافة ٩٠ سم حول قاعدة النبات، وتكون بعض الجذور كذلك قد نمت فى التربة إلى عمق ١٢٠ سم (Weaver & Bruner ١٩٢٧، و Cochran ١٩٣٩).

وعمومًا .. فإن زراعة الفلفل بطريقة الشتل تجعل النمو الجذرى أكثر سطحية وتفرعًا عما يكون عليه الحال عند الزراعة بالبذرة مباشرة، وتكون معظم الجذور – فى حالة الشتل – فى الـ ٧٥ سم السطحية من التربة (عن Wein ١٩٩٧).



شكل (١-١): الأجزاء النباتية المختلفة لنبات الفلفل: ١- الأوراق، ٢- الزهرة، ٣- قطاع طولى فى الزهرة، ٤- الثمرة ٥- قطاع طولى فى الثمرة.

الساق

ينمو نبات الفلفل قائمًا erect، ويكون النمو الخضرى مندمجًا compact فى معظم الأصناف. تتفرع الساق الرئيسية والأفرع التالية تفرعًا ثنائى الشعبة dichotomously؛ ولذا فإن الساق الرئيسية للنبات تنتهى عند أول تفرع. تكون الساق وتفرعاتها عشبية فى البداية، ولكنها سرعان ما تتخشب مع تقدم النبات فى العمر، كما تكون سهلة الكسر.

الأوراق

أوراق الفلفل ملساء كاملة الحافة، تختلف فى الشكل من بيضاوية إلى مطاولة. وتكون الأوراق أصغر حجمًا وأضيق فى الأصناف الحريفة عنها فى الأصناف الحلوة

الأزهار

تحمل الأزهار مفردة عادة فى نهايات الأفرع، إلا أنه بسبب طبيعة التفرع الثنائى الشعبة .. فإنها تبدو محمولة فى آباط الأوراق. وتحمل الثمار فى بعض الأنواع فى نورات محدودة سيمية cymes صغيرة.

ينتهى نمو الساق الرئيسى بعد تكوين حوالى ٨-١٠ أوراق، حيث ينتهى بزهرة، ثم يتكون فرعين إلى ثلاثة فروع عند القمة الميرستيمية النامية، لينتهى كل منها بزهرة مفردة بعد تكوين سلامية واحدة، ويتكرر هذا النظام فى النمو والإزهار والتفريع نحو ٤ مرات أخرى (عن Wein ١٩٩٧).

يبلغ طول عنق الزهرة حوالى ١,٥ سم. الكأس صغير يتكون من خمس سبلات تكبر مع نمو الثمرة لتحيط بقاعدتها. يتكون التويج من خمس بتلات منفصلة لونها أبيض عادة، ولكنها قد تكون قرمزية أحيانًا. توجد عادة خمس أسدية منفصلة، والمتوك زرقاء، وتنشق طوليًا. قلم الزهرة طويل، وينمو لمسافة أطول من الأسدية. يتكون المبيض من ٢-٤ مساكن (Purseglove ١٩٧٤).

التلقيح

تتفتح الأزهار خلال ساعتين من شروق الشمس، وتظل متفتحة لمدة تقل عن يوم كامل. تنتثر حبوب اللقاح خلال ١-١٠ ساعات من تفتح الزهرة، وتكون المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة يوم إلى ثلاثة أيام من تفتح الأزهار.

يعتبر الفلفل من النباتات الخلطية التلقيح جزئيًا. ويتم التلقيح بواسطة الحشرات التى تزور الأزهار لجمع الرحيق وحبوب اللقاح. ولا تعد أزهار الفلفل جذابة للحشرات. ومن أهم الحشرات فى عملية التلقيح النمل والنحل، إلا أن النحل يكون له دور أكبر بكثير من النمل (McGregor ١٩٧٦).

يحدث معظم التلقيح الخلطى بين الساعة السابعة والحادية عشرة صباحًا، وتتراوح نسبته من ٧٪-٣٢٪ (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤). إلا أن نسبة التلقيح الخلطى

تزداد كثيرًا عن ذلك عند زيادة النشاط الحشرى، فقد وجد Tanksley (١٩٨٤) أن متوسط نسبة التلقيح الخلطى فى الفلفل الحريف قد بلغ ٤٢٪، كما وصلت فى بعض النباتات إلى ٩١٪. ويذكر George (١٩٨٥) أن نسبة التلقيح الخلطى بلغت ٦٨٪ فى إحدى الدراسات فى الهند. هذا .. إلا أن نسبة التلقيح الخلطى تكون فى الظروف العادية أقل مما تقدم بيانه، حيث قدرها Mazeer وآخرون (١٩٩٢) فى أربعة أصناف من الفلفل الحريف (chilli) بين ٩,٦٪، و ١٣,٩٪، بمتوسط قدره ١١,٨٪.

الثمار

ثمرة الفلفل عنبة (لُبية) berry، ذات عنق قصير وسميك. تُحمل الثمار متجهة لأعلى عادة (erect) وهى صغيرة، وقد تبقى كذلك فى بعض الأصناف، أو قد تتجه إلى أسفل أثناء نموها فى أصناف أخرى لتصبح متدلية (pendant).

تختلف الثمار فى الشكل .. فقد تكون مكعبة (ناقوسية)، أو قلبية، أو أسطوانية، أو كروية، أو كريزية، أو بشكل ثمرة الطماطم، أو طويلة ورفيعة. ويتراوح طول ثمرة الفلفل – حسب الصنف – بين سنتيمتر واحد، وثلاثين سنتيمترًا.

كذلك يتفاوت لون ثمار الفلفل غير الناضجة ما بين الأبيض الضارب إلى الخضرة، والأخضر، والأصفر، والبرتقالى. أما الثمار الناضجة فإنها قد تكون حمراء، أو بنية، أو سوداء اللون. ويرجع لون الثمار البنى إلى طفرة تمنع التحلل الطبيعى للكلوروفيل عند النضج (Smith ١٩٤٨).

وتنقسم قاعدة الثمرة – عادة – إلى ٢–٤ حجرات حسب الصنف، إلا أن الفواصل لا تمتد إلى نهاية الثمرة، حيث تظهر حجرة واحدة فى الطرف الزهرى للثمرة. وتظهر على الثمار – من الخارج – انخفاضات تحدد موضع الفواصل الممتدة بين المساكن، وتتكتل البذور على المشيمة فى قاعدة الثمرة. ويتفق ذلك المظهر مع نظام نمو المشيمة التى تلتحم مع قاعدة الثمرة وجدارها، ولكن التحامها يضعف تدريجيًا بالاتجاه نحو طرف الثمرة الزهرى إلى أن تصبح مجرد بروز افتح لونًا على جدار الثمرة الداخلى يقسمها إلى حجرتين، أو ثلاث حجرات أو أربع حسب مساكن الثمرة.

تحيط بثمرة الفلفل طبقة من خلايا البشرة، تكون مغطاة بطبقة سميكة من الأديم cuticle، الذى غالبًا ما يمتد بين خلايا البشرة، وقد يحيط بها إحاطة شبه كاملة. يلى البشرة من الداخل عدة طبقات من الخلايا الكولنشيمية التى تمثل تحت البشرة hypodermis، ويلى ذلك الجدار الثمرى الوسطى mesocarp الذى يتكون من خلايا سميكة الجدر فى جزئه الخارجى، ثم خلايا برانشيمية رقيقة الجدر وألياف حزم وعائية فى جزئه الداخلى inner mesocarp، مع تكوّن الحزم الوعائية من نسيج خشب يحتوى على أوعية حلزونية التغليظ، ونسيج لحاء. وتوجد خلايا عملاقة بين الجدار الثمرى الوسطى والجدار الثمرى الداخلى endocarp، وهى التى تكون مسئولة عن البثرات blisters العديدة التى تشاهد فى السطح الداخلى للجدار الثمرى (عن Rylski ١٩٨٦).

البذور

إن بذرة الفلفل أكبر قليلاً من بذرة الطماطم، وهى مبططة ولونها أصفر وملساء، بها انخفاض ظاهر، ويبدو فيها الحبل السرى بارزًا قليلاً من حافة البذرة. هذا .. إلا أن بعض الأنواع مثل *C. pubescens* تكون بذورها سوداء اللون ومجعدة.

الأصناف

تقسيم الأصناف

تقسم أصناف الفلفل إلى مجموعات حسب عدد من الصفات الهامة كما يلى:

١ – تقسيم الأصناف حسب حرافة الثمار:

توجد أصناف حلوة، مثل: كاليفورنيا وندر California Wonder، ويولو وندر Yolo Wonder، وأصناف حريفة hot، مثل: آناهيم شيلى Anaheim Chili، ولونج رد كايين Long Red Cayenne.

٢ – تقسيم الأصناف حسب لون الثمار غير الناضجة:

قد يكون لون الثمار غير الناضجة أخضر متوسطًا كما فى فلوريدا جاينت Florida Giant، أو أخضر داكنًا كما فى برما جرين Permagreen، أو أخضر ضاربًا إلى الصفرة كما فى جولدن كوين Golden Queen، أو أصفر كما فى كيوبان Cuban، وكالورو Caloro، وجولد ستار Gold Star، وسويت بنانا Sweet Banana، أو برتقاليًا كما فى

فلورال جم Floral Gem، كما قد تكون الثمرة غير الناضجة بيضاء أو قرمزية، أو بنية اللون كذلك.

٣ – لون الثمار الناضجة:

قد يكون لون الثمار الناضجة أحمر كما فى كاليفورنيا وندر، وكيستون رزستانت جاينت Keystone Resistant Giant، أو بنيًّا كما فى سويت شوكليت Sweet Chocolate، أو أصفرًا، أو برتقاليًا كما فى عديد من الهجن. كما قد تكون الثمرة الناضجة بيضاء، أو قرمزية، أو سوداء اللون كذلك.

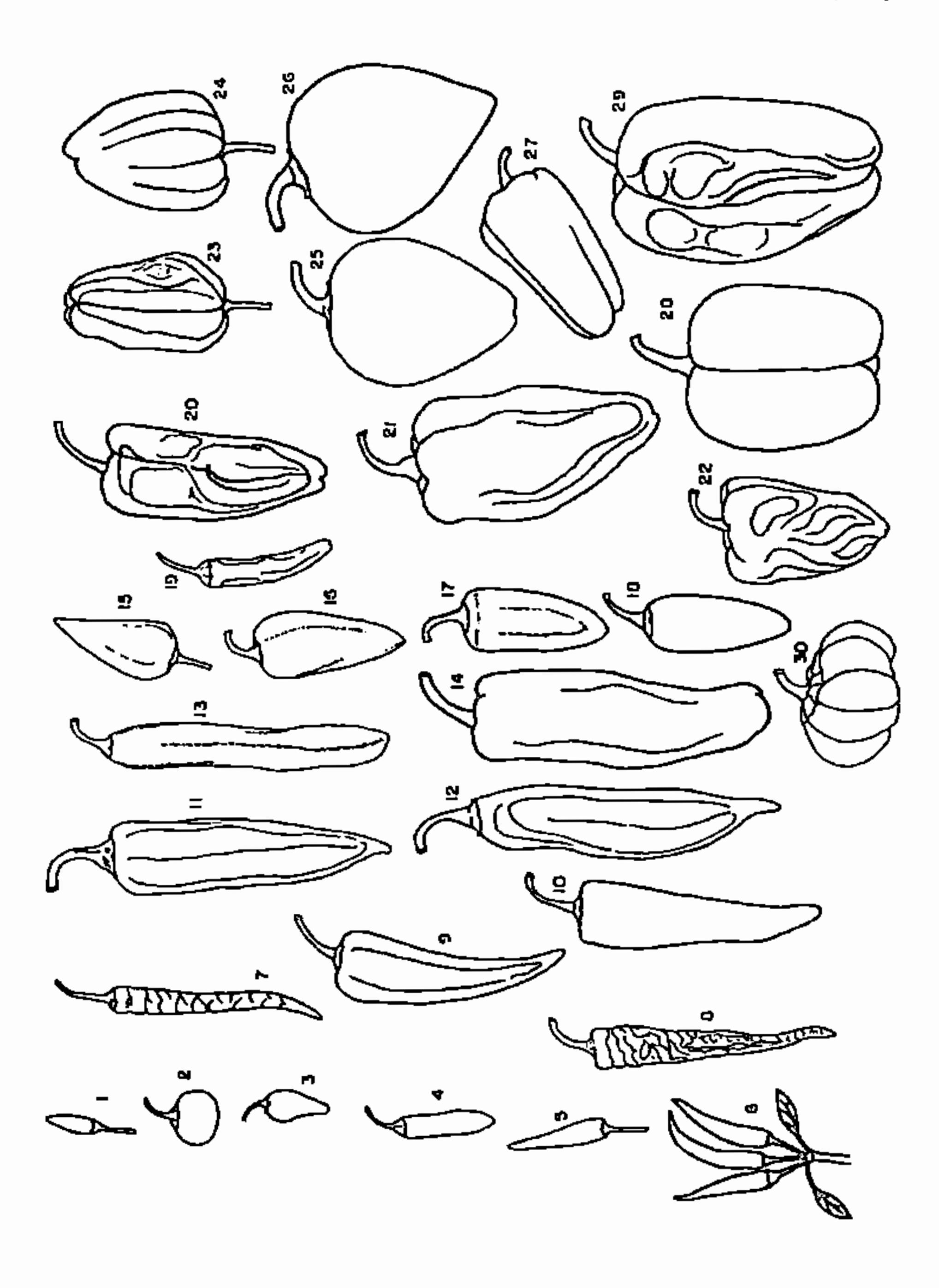
٤ – شكل الثمرة:

قد يكون شكل الثمرة ناقوسيًّا bell كما فى كاليفورنيا وندر California Wonder، وروبى كنج Ruby King، أو قمعيًّا cone كما فى فاين ديل Vinedale، وبيمينتو Pimiento، أو ناقوسيًّا قصيرًا Short bell كما فى توميتو Tomato، وصنى بروك Sunnybrook، أو كريزيًّا cherry كما فى رد شيرى Red Cherry، أو قمعيًّا قصيرًا كما فى تاباسكو Tabasco، ورد شيلى Red Chili، أو قمعيًّا طويلاً long cone كما فى لونج رد كايين، وآناهيم شيلى.

وتتباين أصناف الفلفل كثيرًا فى أشكال ثمارها، كما يتضح فى شكل (١-٢)، والتى تمثل فيه مختلف الأشكال بالأصناف التالية (Greenleaf ١٩٨٦):

الرقم	الصنف	دولة المنشأ	الأسماء الأخرى للصنف
١	جرين ليف تاباسكو Greenleaf Tabasco	الولايات المتحدة	Tabasco G
٢	شيرى سويت Cherry Sweet	الولايات المتحدة	
٣	كاسكابيللا Cascabella	المكسيك	
٤	سيرّانو شيلى Serrano Chili	المكسيك	
٥	رد شيلى Red Chili	الولايات المتحدة	
٦	سانتاكا Santaka	اليابان	
٧	كايين لونج سليم Cayenne Long Slim	الولايات المتحدة	
٨	كايين لارج رد ثك Cayenne Large Red Thick	الولايات المتحدة	

الرقم	الصنف	دولة المنشأ	الأسماء الأخرى للصنف
٩	هنجارين سويت واكس Hungarian Sweet Wax	المجر	
١٠	سويت بنانا Sweet Banana	المجر	Long Sweet Hungarian
١١	كولج ٦٤ إلّ College 64L	الولايات المتحدة	
١٢	آناهيم تى أم آر٢٣ Anaheim TMR 23	الولايات المتحدة	
١٣	باسيلا Pasilla	المكسيك	
١٤	أكونكاجوا Aconcagua	الأرجنتين	
١٥	فرزنو شيلى جراندى Fresno Chili Grande	الولايات المتحدة	
١٦	سانتا إف إى جراندى Santa Fe Grande	الولايات المتحدة	
١٧	كالورو Caloro (شكل ١-٣، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب)	الولايات المتحدة	
١٨	جالابينو إم Jalaoeno M	المكسيك	
١٩	جولدن جريك Golden Greek	اليونان	
٢٠	كيوبانيللى Cubanelle	الولايات المتحدة	
٢١	لونج اسبانش بلّ Long Spanish Bell	إسبانيا	PI 164564
٢٢	أنكو ١٠١ Ancho 101	المكسيك	
٢٣	رومانيان هت Rumanian Hot	رومانيا	
٢٤	رومانيان سويت Rumanian Sweet	رومانيا	
٢٥	بيمنتو إلّ Pimiento L	الولايات المتحدة	
٢٦	بيمنتو بج هارت كى إل Pimiento Bigheart KL	الولايات المتحدة	
٢٧	جبسى (هجين) Gypsy (F_1)	الولايات المتحدة	
٢٨	إما رالد جاينت Emarald Giant	الولايات المتحدة	
٢٩	بج برثا (هجين) Big Bertha	الولايات المتحدة	
٣٠	شيز Cheese	الولايات المتحدة	



شكل (١-٢). أشكال ثمار الفلفل (عن Greenleaf ١٩٨٦). يراجع المتن للتفاصيل.

كما تُقسم هجن الفلفل الحلو حسب طراز الثمرة (شكلها)، ولونها، كما يلى (كتالوج إنزازادن):

الطراز	اللون قبل النضج / وعند النضج	الصنف المجين	
كاليفورنيا وندر	أخضر / أحمر	أوجوستا	Augusta
		مايسترو	Maestro
		بنديجو	Bendigo
		رد جولد	Redgold
	أخضر / أصفر	أديلى	Adele
		ليدورد	Lidoro
	برتقالى / برتقالى	آريان	Ariane
		(شكل ١-٤، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب)	
		إيجل	Eagle
	أبيض (أصفر فاتح جدًا)/أبيض	بياناكا	Bianca
	قرمزى/قرمزى	مارفاس	Marvas
		زورّو	Zorro
	بنى / بنى	شوكو	Choco
	أسود / اسود	مافراس	Mavras
		(شكل ١-٥، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب)	
لامويو	أخضر / أحمر	فستوس	Festos
		ميكى	Miki
		أندور	Andor
		أتول	Atol
	أخضر / أصفر	إيرينى	Irini
		مايكالور	Mikalor
		أسيمى	Asimi
		تاندل	Tandel

٥ – حجم الثمرة:

تتباين أصناف الفلفل كثيرًا جدًا فى أحجام ثمارها بين الصغيرة جدًا، مثل الصنف الأوغندى الحريف المعروف باسم بيردز آى (عين الطائر) Birds Eye والذى يستعمل مجففًا (شكل ١–٦، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب)، والكبيرة جدًا، مثل الصنف الصينى الحلو جو زاو ٨٥–١ Ju Zao 85-1، الذى يبلغ متوسط وزن ثمرته ٢٢٥ جرامًا، ويصل وزن بعضها إلى ٧٥٠ جرامًا، علمًا بأن محصول هذا الصنف يبلغ فى المتوسط ١٠٠,٥ طن للهكتار (٤٢,٢ طن للفدان) فى الزراعات المكشوفة و ١١٢,٥ طن للهكتار (٤٧,٣ طن للفدان) فى الزراعات المحمية (Wang ١٩٩٨).

٦ – وضع الثمار على النبات:

قد تحمل الثمار قائمة لأعلى erect كما فى فاين ديل وهنجارين يلو واكس Hungarian Yellow Wax وقد تكون مدلاة لأسفل كما فى فلوريدا جاينت Florida Giant، وجولد ستار Goldstar، وأولبج Albig.

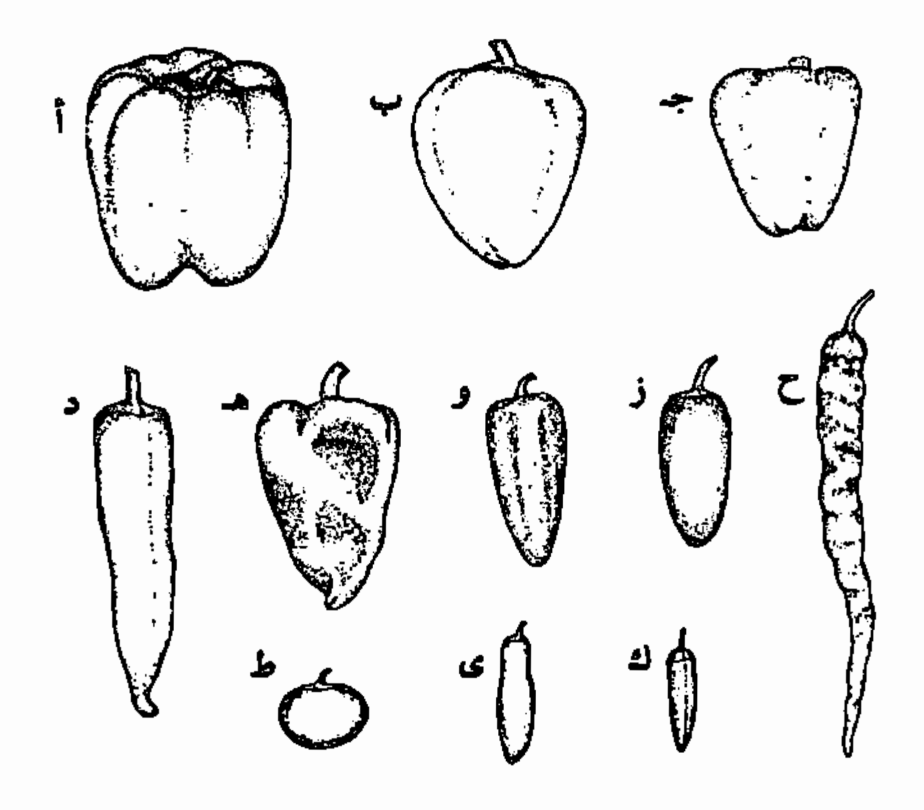
٧ – شكل الطرف الزهرى للثمرة:

قد يستدق طرف الثمرة الزهرى إلى نهاية مدببة كما فى لونج سليم كايين Long Slim Cayenne، وآناهيم شيلى، أو يستدق إلى طرف مسطح blunt كما فى فلورال جم، وجالا بينو Jalapeno، أو قد يكون الطرف الزهرى مستديرًا round كما فى رد شيرى أو مسطحًا كما فى كاليفورنيا وندر، ويولو وندر.

٨ – شكل كأس الثمرة:

قد يُحيط الكأس بقاعدة الثمرة، ويأخذ شكلاً فنجانيًا كما فى لونج سلِمّ كايين، وآناهيم شيلى، أو قد يتقعر داخل قاعدة الثمرة ويأخذ شكلاً طبقيًا كما فى إيرلى كال وندر Early Calwonder، وكاليفورنيا وندر.

ونقدم فيما يلى .. التقسيم الكامل الذى وضعه Smith وآخرون (١٩٨٧) لأهم أصناف الفلفل. ويتميز هذا التقسيم بإمكانية التعرف على الصفات الكاملة للأصناف المذكورة فى كل قسم منه. وقد زود برسوم تخطيطية (شكل ١–٧) لأشكال الثمار التى وردت فيه. وتقسم الأصناف فى هذا التقسيم كما يلى:



شكل (١-٧): الأشكال المختلفة لمجموعات أصناف الفلفل: أ- ناقوسى bell، ب- بيمنتو Pimiento، جـ- رومانيان سويت Roumanian Sweet، د- آناهيم شيلى Anaheim Chili، هـ- أنكو Ancho، و- كالورو Caloro، ز- جالابينو Jalapeno، حـ- لونج ثن كاين Long Thin Cayenne، ط - كريزى Cherry، ى- سيرانو Serrano، ك- تاباسكو Tabasco. الأشكال من أ إلى ى حوالى ٣٠٪ من حجمها الطبيعى، والشكل ك حوالى ٦٠٪ من حجمه الطبيعى.

١ - أصناف ثمارها كبيرة وملساء وذات جدر سميكة:

أ - مجموعة الأصناف الناقوسية bell group: ثمارها كبيرة، يتراوح طولها من ٧,٥ إلى ١٢,٥ سم، مكعبة، ذات طرف زهرى مسطح، بها من ٣-٤ مساكن، مقطعها الطولى مربع، أو مستطيل، أو مستدق قليلاً، لونها أخضر عادة قبل النضج يتحول إلى أحمر عند النضج، وفى أصناف قليلة يكون اللون أصفر قبل النضج، وفى أصناف أخرى يكون اللون برتقاليًا ضاربًا إلى الأصفر عند النضج، كما يعرف صنف أوروبى ذو لون أصفر ليمونى. ومعظمها غير حريفة، إلا أن بعضها حريف:

(١): أصناف غير حريفة:

(أ) وهى أصناف تكون ثمارها خضراء قبل النضج، وتصبح حمراء (وفى أحيان قليلة برتقالية مائلة إلى الأصفر) بعد النضج، كما فى سلالات كاليفورنيا وندر، ويولو وندر، وكيستون جاينت، وإيرلى كال وندر، وجولدن كاليفورنيا وندر Golden California Wonder، والصنف الأخير يبقى لونه برتقاليًا مائلاً إلى الأصفر عند النضج.

(ب) أصناف تكون ثمارها صفراء قبل النضج، وتصبح حمراء بعد النضج، كما فى جولدن بل Golden Bell، ورومانيان Roumanian.

(٢) أصناف حريفة:

(أ) أصناف تكون ثمارها خضراء قبل النضج، وتتحول إلى اللون الأحمر عند النضج، مثل: بُل نوز هت Bull Nose Hot.

(ب) أصناف تكون ثمارها صفراء قبل النضج، وتتحول إلى اللون الأحمر بعد النضج، مثل: رومانيان هت Roumanian Hot.

تستخدم مجموعة الأصناف الناقوسية السابقة الذكر فى السّلطات، وفى الحشو، وفى عمل البيتزا، كما تجفف وتطبخ مع اللحوم.

ب – مجموعة أصناف بيمنتو Pimento Group:

ثمار أصناف هذه المجموعة قلبية الشكل، مدببة من طرفها الزهرى، يتراوح طولها من ٣,٧ إلى ١٢,٥ سم، ملساء، سميكة الجدر، غير حريفة. ومن أمثلتها: الأصناف بيمينتو Pimiento، وبيمينتو بيرفيكشن Pimiento Perfection، وبيمينتو إل Pimiento L. تستعمل أصناف هذه المجموعة فى نفس الأغراض التى تستعمل فيها أصناف المجموعة السابقة.

٢ – أصناف ثمارها عريضة، وملساء، وذات جدر رقيقة:

أ – مجموعة أصناف الأنكو Ancho Group:

ثمار أصناف هذه المجموعة كبيرة، يبلغ طولها من ١٠ إلى ١٥ سم، وهى قلبية الشكل، مدببة من طرفها الزهرى، ومبططة نوعًا ما، ويتقعر الكأس داخل قاعدة الثمرة، وتتباين من حلوة إلى حريفة قليلاً. ومن أمثلتها ما يلى:

(١) أصناف يكون لونها أخضر داكنًا قبل النضج، وتصبح حمراء بعد النضج، مثل، مكسيكان شيلى Mexican Chili، وأنكو Ancho، وبوبلانو Poblano.

(٢) أصناف يصبح لونها بنيًا بعد النضج، مثل: مولاتو Mulato.

تستعمل أصناف هذه المجموعة طازجة فى الحشو، كما يجفف بعضها وتسحق الثمار كاملة.

٣ – أصناف ثمارها طويلة ورفيعة:

أ – مجموعة أصناف آناهيم شيلى Anaheim Chili Group:

تكون ثمار أصناف هذه المجموعة ذات لون أخضر متوسط إلى أخضر قاتم، ملساء، يتراوح طولها من ١٢,٥–٢٠ سم، ويتراوح طول قطرها عند القاعدة من ٣,٢ إلى ٥ سم، تستدق تمامًا من طرفها الزهرى، جدرها متوسطة السمك، متوسطة الحرافة إلى حلوة، ومن أمثلتها مايلى:

(١) أصناف متوسطة الحرافة، مثل: سانديا Sandia، ونيوميكسيكو رقم ٩ New Mexico No. 9.

(٢) أصناف معتدلة الحرافة، مثل آناهيم شيلى.

(٣) أصناف قليلة الحرافة، مثل: ميلد كاليفورنيا Mild California، ونيو ميكسيكو رقم٦، وتان ميلد شيلى–٢ Tan Mild Chili-2.

(٤) أصناف غير حريفة، مثل: بابريكا Paprika:

تجفف ثمار أصناف هذه المجموعة كاملة، ويصنع منها مسحوق يخلط عادة مع البهارات لإكسابها لونًا أحمر، وقد تُعلَّب الثمار الخضراء، وتصنع الصلصة من الثمار الخضراء والحمراء. كما يُصنع منها العديد من أصناف الشيلى المكسيكية. تطلق كلمة بابريكا Paprika على مجموعة الأصناف التى يصنع منها المنتج التجارى المعروف بنفس الاسم.

ب – مجموعة أصناف الكايين Cayenne Group:

ثمار أصناف هذه المجموعة رفيعة، يبلغ طولها ١٢,٥–٢٥ سم، ويتراوح قطرها عند القاعدة من ١,٩ إلى ٢,٥ سم، لونها أخضر متوسط، مجعدة وغير منتظمة الشكل، إلا أنه يعرف منها بعض الأصناف الملساء، جدرها رقيقة، عالية الحرافة. ومن أمثلتها الصنفان كايين لونج سلِمّ Cayenne Long Slim، وكايين لارج ثك Cayenne Large Thick وفى كليهما تكون الثمار حمراء اللون عند النضج.

جـ – مجموعة أصناف كيوبان Cuban Group:

لون ثمارها أخضر مائل إلى أصفر، يتراوح طولها من ١٠ إلى ١٥ سم ويتراوح طول قطرها عند القاعدة من ٢,٥ إلى ٣,٧٥ سم، جدرها رقيقة، غير منتظمة الشكل، طرفها الزهرى مسطح، ومن أمثلتها الأصناف كيوبان Cuban، وكيوبانيللى Cubanelle، وأكاونكاجوا Aconcagua، وإيتاليان إل Italian El، وببرونسينى Pepprocini. تستعمل أصناف هذه المجموعة مقلية، وفى المخللات.

٤ – أصناف ثمارها مطاولة (يبلغ طولها ٧,٥ سم) ولونها أخضر قبل النضج:

أ – مجموعة أصناف جالابينو Jalapeno Group.

ثمار أصناف هذه المجموعة أسطوانية الشكل، مستديرة الأطراف، سميكة الجدر، يتراوح طولها من ٥ إلى ٧,٥ سم، ويتراوح طول قطرها من ٣,٧٥ إلى ٥ سم، وقد توجد بالثمار الناضجة شبكة من الأنسجة الفلينية، وهى عالية الحرافة غالبًا، ومن أمثلتها. عدة سلالات من الصنف جالابينو، والصنف ميلد جالابينو Mild Jalapeno تستعمل أصناف هذه المجموعة طازجة، ومعلبة مع الزيت والبهارات، وتجفف كاملة، وفى الصلصة، ويعد الصنف جالابينو أكثر أصناف الفلفل الحريف انتشارًا فى التجارة الدولية للبهارات الحريفة

ب – مجموعة أصناف سِرّانو Serrano Group:

ثمار أصناف هذه المجموعة أسطوانية رفيعة، تكون غالبًا ضيقة أو محززة قليلاً بالقرب من منتصفها، تستدق إلى نهاية ليست مدببة، عالية الحرافة، يبلغ قطرها عند القاعدة ١,٢ سم، ويتراوح طولها من ٥–٦,٢ سم. من أمثلتها: سلالات الصنف سِرّانو. تستعمل ثمارها طازجة فى طور النضج الأخضر فقط.

جـ – مجموعة أصناف الثمار الصغيرة الحريفة Small Hot Group:

ثمار أصناف هذه المجموعة رفيعة، جدرها رقيقة إلى متوسطة السمك، يقل طولها عن ٧,٥ سم، وعالية الحرافة. من أمثلتها الأصناف: رد شيلى، وشيلى دى أربول Chili de Arbol، وجابانيز شيلى Japanese Chili، وسانتاكا Santaka، وهونتاكا Hontaka. تستعمل أصناف هذه المجوعة مجففة وهى كاملة، وعلى صورة مسحوق للتتبيل، وفى عمل الصلصة الحريفة.

٥ – أصناف ثمارها لاتزيد عن ٥ سم طولاً، كروية إلى مضغوطة الشكل، سمكية الجدر:

أ – مجموعة الأصناف الكريزية Cherry Group:

(١) أصناف ثمارها غير حريفة، مثل: سويت شيرى Sweet Cherry.

(٢) أصناف ثمارها حريفة، مثل: لارج رد شيرى Large Red Cherry، وسمول رد شيرى Small Red Cherry، وهى تستعمل فى المخللات والسلطات.

٦ – أصناف تكون ثمارها صفراء قبل النضج:

أ – مجموعة الأصناف الشمعية الصغيرة Small Wax Group:

لا يزيد طول الثمار فى هذه المجموعة عن ٧,٥ سم، ومن أمثلتها مايلى:

(١) أصناف ثمارها حريفة، مثل: فلورال جم Floral Gem، وكاسكابيللا Cascabella، وكالورو Caloro.

(٢) أصناف ثمارها غير حريفة، مثل: بيتيت يلو سويت Petite Yellow Sweet، وتام ريو جراندى جولد Tam Rio Grande Gold.

ب – مجموعة الأصناف الشمعية الطويلة Long Wax Group:

يبلغ طول الثمار ٨,٨ سم أو أكثر، وتتباين فى شكل طرفها البعيد بين المستدق إلى الطرف المدبب، أو غير المدبب، ومن أمثلتها مايلى:

(١) أصناف حريفة، مثل: هنجاريان يلو واكس Hungarian Yellow Wax.

(٢) أصناف حلوة، مثل: سويت بنانا Sweet Banana، وهنجاريان سويت واكس Hungarian Sweet Wax، ولونج يلو سويت Long Yellow Sweet.

٧ – أصناف ثمارها رفيعة صفراء اللون تتحول إلى حمراء عند النضج، يبلغ طولها من ٢,٥ إلى ٣,٧٥ سم، شديد الحرافة، وتتبع النوع *C. frutescens*.

أ – مجموعة أصناف تاباسكو Tabasco Group:

من أمثلتها: الأصناف تاباسكو Tabasco، وجرين ليف تاباسكو Greenleaf Tabasco. تستعمل الثمار الصفراء فى التخليل، والثمار الحمراء فى صناعة الصلصة.

مواصفات الأصناف الهامة

أولاً: الأصناف الثابتة وراثيًا (أى غير الهجين).

أصناف الفلفل الحلو

من أهم أصناف الفلفل الحلو الثابتة وراثيًا، مايلى:

o كاليفورنيا وندر California Wonder:

النباتات قائمة وقوية، والثمار كبيرة الحجم، مكعبة الشكل تقريبًا، يبلغ طول ضلعها حوالى ١٠ سم، بها ٣-٤ فصوص، لونها أخضر داكن يتحول إلى أحمر زاهٍ عند النضج، حلوة، سميكة الجدر، تحمل متجهة لأعلى. يتقعر الكأس داخل قاعدة الثمرة، ويأخذ شكل الطبق. استعمل فى إنتاج العديد من الأصناف الأخرى، كما اشتقت منه عدة سلالات أصبحت أصنافًا مميزة، كما يعد كاليفورنيا وندر من أهم طرز الفلفل الحلو الشائعة الزراعة.

o روبى كنج Ruby King:

نموه الخضرى قائم، ثماره كبيرة ومسحوبة القمة، يتراوح طولها من ١٢ إلى ١٤ سم، يبلغ قطرها عند القاعدة حوالى ٧ سم، لها ٣ فصوص، جدرها سميكة، حلوة، لونها أخضر داكن، ويتحول إلى أحمر بعد النضج.

ومن بين الأصناف التى تعد من طراز كاليفورنيا وندر، ما يلى:

أ - إيرلى كال وندر Early Calwonder، والذى يتميز بالتبكير فى النضج.

ب - يولو وندر Yolo Wonder، وهو يتميز بمقاومته لفيرس موزايك التبغ، وصغر حجم نباتاته، وبأن ثماره تغطى جيدًا بالنمو الخضرى. وقد ظهرت منه عدة سلالات جديدة، مثل يولو وندر A، ويولو وندر B، ويولو وندر L.

جـ - فوريدا جاينت Florida Giant، ويتميز بأن ثماره طويلة نوعًا ما.

د - رزستانت جاينت Resistant Giant، ويتميز بمقاومته لفيرس موزايك التبغ.

هـ - كاليفورنيا وندر ٣٠٠ تى إم آر California Wonder 300 TMR، وهو يتيمز بمقاومته لفيرس موزايك التبغ.

و - جولدن كال وندر Golden Calwonder، ويتميز بثماره الصفراء اللون.

ز – كيستون رزستانت جـايـنت Keystone Resistant Giant، ويتميز بمقاومته لفيرس موزايك التبغ (شكل ١–٨، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب).

ح – أصناف أخرى أنتجت فى أماكن متفرقة، وتحمل أسماءها، مثـل: متشجان وندر Michigan Wonder، وبن وندر Penn Wonder، وريو وندر Rio Wonder وغيرها.

● إميرالد جاينت Emerald Giant:

صنف غير هجين يناسب الإنتاج فى الحقل المكشوف. الثمـار مـن طـراز كاليفورنيا وندر، ولها ٤ فصوص. ويتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك التبغ.

وقد أمكن باستخدام طريقة التهجين الرجعى نقل صفة المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور مـن الصنـف Mississipi Nemaheart إلى كـل مـن الصنفـين: Yolo Wonder B، و Keystone Resistant Giant، ونتج عـن ذلـك صنفين مقاومين للنيمـاتودا، همـا: Carolina Wonder الشبيه بـالصنف Yolo Wonder B، و Charleston Belle الشبيه بالصنف Keystone Resistant Giant (Fery وآخرون ١٩٩٨).

أصناف الفلفل الحريف

من أهم أصناف الفلفل الحريف الثابتة وراثيًّا، مايلى:

● آناهيم شيلى Anaheim Chili:

من أصناف التجفيف الرئيسية، النباتـات قويـة النمـو، ومنتشـرة، وكثيـرة التفريـع. الثمار أسطوانية، مستدقة الطرف، رقيقـة الجـدر، متوسـطة الحـرافة، لونـها أخضـر داكن قبل النضـج، وأحمـر بعـد النضـج (شـكل ١–٩، توجـد الصـورة الملونـة فـى آخـر الكتاب).

● هنجاريان واكس Hungarian Wax:

يستخدم فى التخليل، ويصلح للتسويق الطازج، النباتـات مبكـرة، وقصـيرة، وكثيـرة التفريع، الثمـار حريفـة، ومسـتقيمة، وناعمـة، وسميكـة الجـدران، مسـتدقة إلى نهايـة مسطحة، لونها أصفر زاهٍ.

● كايين لونج سلِمّ Cayenne Long Slim:

يستخدم فى التخليل، النباتات قوية النمو، منتشرة، كثيرة التفريـع. الثمـار مـدلاة،

طويلة، ورفيعة، ومستدقة، ملتوية غالبًا، جدرها رقيقة. لونها أخضر داكن، وحريفة (شكل ١–١٠، يوجد الشكل فى آخر الكتاب).

○ لونج رد كايين Long Red Cayenne:

يطلق عليه أيضًا اسم قرن الغزال، ثماره مجعدة، طويلة، ورفيعة، ومستدقة إلى نهاية مدببة، يتراوح طولها من ١٢ إلى ١٥ سم، وقطرها عند القاعدة من ١,٥–٢ سم، لونها أخضر يتحول إلى أحمر بعد النضج، تحمل مدلاة، والنمو الخضرى قوى ومنتشر.

○ هنجاريان يلو واكس Hungarian Yellow Wax:

صنف ثابت وراثيًا. النباتات شجيرية قوية النمو. الثمار شمعية صفراء اللون تتحول إلى حمراء عند النضج، يبلغ متوسط طولها ١٥ سم، وهى ذات جدران متوسطة السمك، وحريفة جدًا. تصلح للاستعمال الطازج، والتصنيع، والتخليل (شكل ١–١١، يوجد الشكل فى آخر الكتاب).

○ سِرّانو Serrano:

صنف ثابت وراثيًا. النباتات قوية النمو وطويلة نسبيًا. الثمار صغيرة، ورفيعة، لونها أخضر قاتم يتحول إلى أحمر عند النضج تصلح للاستهلاك الطازج والتصنيع (شكل ١–١٢، يوجد الشكل فى آخر الكتاب).

○ إيرلى جالابينو Early Jalapeno:

صنف ثابت وراثيًا. النباتات قصيرة. الثمار مخروطية قصيرة، ولكن قمتها غير مدببة، لونها أخضر قاتم يتحول إلى الأحمر عند النضج (شكل ١–١٣، يوجد الشكل فى آخر الكتاب)، وهى حارة جدًا. يصلح للاستهلاك الطازج والتصنيع.

○ تاباسكو Tabasco:

ثماره مخروطية صغيرة، حريفة، لونها أخضر فاتح تتحول إلى أحمر عند النضج، وتحمل قائمة لأعلى. النباتات قوية النمو ذات أفرع كثيرة منتشرة.

○ الشطة البلدى (صنف محلى):

النباتات قوية النمو، وذات أفرع كثيرة منتشرة. الثمار صغيرة، لا يتعدى طولها ١,٥

سم، يبلغ قطرها عند القاعدة نصف سنتيمتر، حريفة جدًا. تحصد عندما تتلون باللون الأحمر.

ثانيًا: الأصناف الهجين

أصناف الفلفل الحلو

من أبرز أصناف الفلفل الحلو الهجين مايلي:

- لامويو Lamuyo:

صنف هجين مبكر قوى النمو. الثمار كبيرة مستطيلة (حوالى ١٣ × ٨ سم)، لونها أخضر داكن، وسميكة الجدران، ولها ٣-٤ فصوص (شكل ١-١٤، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ. وتنتمى كل طرز اللامويو إلى الصنف الأصلى الذى أنتج فى الـ INRA بفرنسا.

- برويو:

هجين مبكر يصلح للتصدير، ثماره طويلة ومربعة المقطع.

- جالاكسى Galaxy:

هجين متوسط التبكير فى النضج، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية. الثمار متوسطة الطول، وبها ٣-٤ فصوص، ولها جدران متوسطة السمك، وليس لها أكتاف واضحة. يبلغ طول الثمرة ١١ سم، وقطرها ٩ سم، ومتوسط وزنها ١٦٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج (شكل ١-١٥، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). يقاوم الصنف فيرس موزايك التبغ (السلالة صفر)، ويتحمل فير واى البطاطس.

- أوروبيل Orobelle:

هجين مبكر، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية. النبات شجيرى المظهر. يبلغ طول الثمار حوالى ١٠ سم، وقطرها ٩ سم، وبها ٣-٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأصفر عند النضج (شكل ١-١٦، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). تعقد الثمار جيدًا تحت ظروف البرودة. يقاوم الصنف فيرس موزايك التبغ (السلالة صفر)، ويتحمل فيرس واى البطاطس.

● جديون Gedeon:

مجين مبكر من طرز لامويو، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية. ينمو النبات قائمًا دون تهدل. الثمار مستطيلة سمكية الجدران، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج، ومتوسط وزنها ٢٠٠ جم. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ (السلالة صفر).

● قرطبة Cordoba:

مجين مبكر من طراز لامويو، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والمكشوفة. النبات شجيرى المظهر يبلغ طول الثمرة ١٥ سم، وهى سمكية الجدران، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج (شكل ١-١٧، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ (السلالة صفر)، ويتحمل الإصابة بفيروسى واى البطاطس، وإتش التبغ.

● ميراج Mirage (P894):

مجين متوسط التأخير فى النضج، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والمكشوفة. الثمار طويلة، يبلغ طولها ١٨ سم، وقطرها ١٠ سم، ولها أكتاف بارزة، وجدرانها سميكة، وبها ٣-٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ (السلالة صفر)، ويتحمل فيرس واى البطاطس.

● زاركو Zarco:

مجين متوسط التبكير فى النضج، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية المكشوفة. يبلغ طول الثمرة حوالى ١٤ سم، وقطرها ١٠ سم، وجدرانها متوسطة السمك، ومتوسط وزنها ٢٠٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأصفر عند النضج. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ (السلالة صفر)، ويتحمل الإصابة بفيروسى واى البطاطس وإتش التبغ.

● كلوفيس Clovis:

مجين مبكر جدًا، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية. الثمار

مستطيلة الشكل، وسميكة الجدران، ويبلغ متوسط وزنها ٢٠٠ جم. يتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك التبغ (السلالة صفر).

● جارديان Guardian:

هجين يصلح للزراعات الحقلية المكشوفة. النبات قائم النمو يتحمل الحرارة المنخفضة، ويستمر فى العقد فى الحرارة المنخفضة. الثمار مكعبة تميل إلى الاستطالة قليلاً، وبها ٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يتحمل النبات الإصابة بفيروسات موزايك التبغ (السلالة صفر)، ووای البطاطس، وإتش التبغ.

● جوبيتر Jupiter:

صنف متوسط التبكير، يصلح للزراعات الحقلية المكشوفة. النمو الخضرى جيد ويوفر حماية للثمار من الإصابة بلسعة الشمس. الثمار ناقيوسة الشكل (حوالى ١١ × ١١ سم)، سميكة الجدران، ولها ٤ فصوص، ويبلغ متوسط وزنها حوالى ١٧٠ جم. يتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك التبغ (السلالة صفر).

● كولومبو Colombo:

هجين يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية وتحت الأنفاق البلاستيكية الحقلية. الثمار طويلة، يبلغ متوسط طولها ١٤ سم، وقطرها ٩ سم، ولها ٣-٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. تعقد الثمار جيدًا فى درجات الحرارة المنخفضة.

● إندرا Indra:

هجين متوسط التبكير، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية المكشوفة. الثمرة شبه مكعبة، يبلغ متوسط طولها ١٢ سم، وقطرها ١٠ سم، ولها ٣-٤ فصوص، ومتوسط وزنها ١٧٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يتحمل النبات الإصابة بالسلالة صفر من كل من فيروس موزايك التبغ، ووای البطاطس.

● تيستى Tasty:

هجين يصلح للزراعات المحمية. النمو الخضرى متوسط القوة، والثمار شبه مكعبة، يبلغ متوسط طولها ١٠ سم، وقطرها ٨ سم، ولها ٣-٤ فصوص، ومتوسط وزنها ١٥٠

جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. لاتتعرض الثمار للإصابة بالتشققات الشعرية، ويتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك التبغ.

○ كيوبى Cuby:

هجين مبكر يصلح للزراعات المحمية. النمو الخضرى متوسط القوة، والثمار شبه مكعبة، يبلغ وزنها حوالى ١٧٥ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. لاتتعرض الثمار للإصابة بالتشققات الشعرية، وتقاوم تعفن الطرف الزهرى، ويتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك التبغ.

○ أويزس Oasis:

هجين متوسط التأخير، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية. يبلغ طول الثمار حوالى ١٨ سم، وقطرها ١٠ سم، ولها ٣-٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج، ويبلغ وزنها ١٩٠ جم. يقاوم النبات فيروس واى البطاطس وإتش التبغ.

○ أندلس Andallus:

هجين مبكر ذا قدرة جيدة على العقد فى الحرارة المنخفضة. الثمار مخروطية طويلة، يبلغ متوسط طولها ١٦ سم، وقطرها عند الأكتاف ٦ سم، ولها ٢-٣ فصوص، وجدرانها متوسطة السمك، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج، ويبلغ متوسط وزنها ١٥٠ جم. يتحمل النبات الإصابة بفيرس واى البطاطس.

○ سيرونو Sirono:

هجين مبكر ذو قدرة على العقد فى الحرارة المنخفضة. يصلح للإنتاج فى الزراعات الحقلية المكشوفة. النبات قوى النمو، متوسط الطول، ومفتوح (أى ليس مندمجاً). الثمار ناقوسية (مكعبة)، يتراوح طول ضلعها بين ٨، و ١٠ سم، ولها ٤ فصوص، وسميكة الجدران، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج (شكل ١-١٨، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

○ مليتو Melito (RS 84010):

هجين متوسط التبكير، يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية وزراعات الأنفاق. النبات

مندمج فى نموه، وذا قدرة على العقد فى الحرارة المنخفضة. الثمار تميل إلى الاستطالة، يبلغ متوسط طولها ١٣ سم، وقطرها ٩ سم، ولها ٣-٤ فصوص، وسميكة الجدران، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

● تروبيك Tropic (PP 113):

هجين مبكر، يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية والحقلية. النمو الخضرى قوى وكثيف. الثمار مخروطية الشكل يبلغ طولها حوالى ١٧ سم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يتحمل النبات الإصابة بفيروسى موزايك التبغ (السلالة صفر)، وواى البطاطس.

● لاتينو Latino:

هجين يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية، قوى النمو، ويمكنه العقد فى الحرارة المنخفضة نسبيًا. الثمار ناقوسية الشكل، لها ٣-٤ فصوص، وسميكة الجدران، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ، وفيرس واى البطاطس.

● ميلودى Melody:

هجين متأخر يصلح للإنتاج فى الحقل المكشوف. الثمار طويلة، يبلغ متوسط طولها ١٨ سم، وقطرها عند الأكتاف ١٠ سم، ولها ٢-٣ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج (شكل ١-١٩، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب).

● مارنجو Marengo:

صنف هجين قوى النمو، ومتوسط التبكير فى النضج. الثمار مكعبة، لها ٤ فصوص، وتبلغ أبعادها ١٢ × ١١,٥ سم، ولونها أخضر يتحول إلى الأصفر عند النضج.

● مراد Murad:

هجين فلفل حريف، يبلغ متوسط طول الثمرة ١٧ سم، وقطرها عند الأكتاف ٢,٥ سم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج، وهو سميك الجدران. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ

○ يارا Yara:

هجين حلو يصلح للإنتاج في الزراعات المحمية، ويعقد جيدًا فى درجات الحرارة المنخفضة. يبلغ متوسط طول الثمرة ١١ سم، وبها ٣-٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأصفر عند النضج. تتحمل الثمار التخزين لفترة طويلة. يتحمل النبات الإصابة بالبياض الدقيقى.

○ كيرالا Kerala:

هجين مبكر يصلح للإنتاج في الزراعات المحمية والمكشوفة. النمو الخضرى مندمج. الثمار ناقوسية يبلغ متوسط أبعادها ٨ × ١٠ سم، ولونها أخضر يتحول إلى الأصفر عند النضج (شكل ١-٢٠، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

○ بيتار Beitar (هـ ٨١٧):

هجين يصلح للإنتاج فى الزراعات الحقلية. الثمار طويلة يبلغ متوسط طولها ١٤ سم وقطرها ٨ سم، ولها ٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج، ومتوسط وزنها ٢٥٠ جم. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ ويتحمل الإصابة بفيرس واى البطاطس.

○ تروفى Trophy:

هجين مبكر من طراز كاليفورنيا وندر. الثمار ذات جدر سميكة، ولها ٣-٤ فصوص، وتبلغ أبعادها ١٢ × ١٠ سم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. تعقد الثمار جيدًا فى الحرارة العالية. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

○ لاترنا Laterna:

هجين مبكر من طراز اللامويو. الثمار ذات جدران سميكة، ولها ٤ فصوص، وتبلغ أبعادها ١٣ × ٩ سم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. تعقد الثمار جيدًا فى الحرارة العالية. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

○ لويس:

هجين متوسط التبكير من طراز اللامويو، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية

والحقلية. الثمار طويلة، يبلغ متوسط طولها حوالى ١٤ سم، وقطرها ٧ سم، لونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ، وفيرس واى البطاطس.

● أنطونيو Antonio:

هجين متأخر يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والأنفاق الحقلية. الثمار من طراز اللامويو يبلغ متوسط طولها ١ سم وقطرها ٩ سم، ومتوسط وزنها ٢٨٠ جم، ولها ٣ فصوص، ولوها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج.

● نمرود Nimrod:

هجين متأخر، قوى النمو. الثمار ناقوسية مكعبة يبلغ طول ضلعها حوالى ٩ سم، ووزنها ٢٤٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ وفيرس واى البطاطس. يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية، والأنفاق الحقلية، والحقلية المكشوفة.

● أبولو:

هجين متوسط التأخير، قوى النمو، ويصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والمكشوفة. الثمار كبيرة، لونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. تعقد الثمار جيدًا فى درجات الحرارة المنخفضة نسبيًا. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ، وفيرس واى البطاطس.

● آر إس ٨٥٠٤٧ RS 85047:

هيجن مبكر يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية وزراعات الأنفاق الحقلية. الثمار مكعبة ناقوسية تميل إلى الاستطالة قليلاً، حيث يبلغ متوسط طولها ١٠ سم، وقطرها ٨ سم، ولها ٣-٤ فصوص، وسميكة الجدران، ولونها أخضر يتحول إلى الأصفر عند النضج. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

● مایاتا Mayata

صنف متوسط التبكير، يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية وزراعات الأنفاق

الحقلية. النبات قوى النمو، ومفتوح. الثمار مستطيلة يبلغ متوسط طولها ١٤ سم، وقطرها ٩ سم، ولها ٣-٤ فصوص، وسميكة الجدران، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

○ مكابى Maccabi

صنف هجين قوى النمو، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية، وتعقد الثمار جيدًا فى الجو الحار. الثمار طويلة يبلغ متوسط طولها ١٧ سم، وقطرها ٩ سم، ولها ٤ فصوص، ومتوسط وزنها ٢٥٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج.

○ هـ ١١٣٤:

صنف هجين قوى النمو، يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية، والأنفاق الحقلية، والحقلية المكشوفة. الثمار طويلة يبلغ متوسط طولها ١٦ سم وقطرها ٨ سم، ووزنها ٢٥٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى اللون الذهبى عند النضج. يقاوم النبات فيرس موزايك التبغ، وفيرس واى البطاطس.

○ هـ ١١٦٨:

صنف هجين يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية، والأنفاق الحقلية، والحقلية المكشوفة. الثمار طويلة يبلغ متوسط طولها ١٦ سم وقطرها ٨ سم، وهى سميكة الجدران، يبلغ متوسط وزنها ٢٨٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج النبات يقاوم فيروسى موزايك التبغ، وواى البطاطس.

○ هـ ١١٧٣

صنف هجين يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية والأنفاق الحقلية. الثمار طويلة يبلغ متوسط طولها ١٧ سم، وقطرها ٨ سم، وهى سميكة الجدران، يبلغ متوسط وزنها ٣٠٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج.

○ هـ ١٢٧٣:

هجين يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية. الثمار طويلة يبلغ متوسط طولها ١٨ سم

وقطرها ٧ سم، وهى سمكية الجدران، ويبلغ متوسط وزنها ٢٨٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. النبات مقاوم لفيروسى موزايك التبغ، وواى البطاطس.

● أميجو Amigo:

هجين متوسط فى موعد النضج. النبات مندمج، ويغطى النمو الخضرى الثمار جيدًا. الثمار ناقوسية من طراز كاليفورنيا وندر، تبلغ أبعادها ١١ × ٧ سم، ولها ٣-٤ فصوص، وجدرها سميكة، ويبلغ وزن الثمار الأولى حوالى ٢٢٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك التبغ.

● كاروسيل Carousel:

هجين مبكر قوى النمو. الثمار طويلة أسطوانية إلى قمعية الشكل، يبلغ متوسط طولها ١٠ سم، لونها أخضر يتحول إلى الأصفر، فالبرتقالى، فالأحمر عند النضج، وجدرها رفيعة.

● جمبو سويت Jumbo Sweet:

هجين مبكر من طراز لامويو. يبلغ متوسط طول الثمرة ١٨ سم، ولها ٣-٤ فصوص، ويبلغ متوسط وزنها ١٨٠ جم، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج.

● أورى Ori:

هجين مبكر يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية وزراعات الأنفاق الحقلية. الثمار من طراز اللامويو، تبلغ أبعادها ١٤-١٥ × ٨-٩ سم، ومتوسط وزنها ٢٠٠ جم، ولها ٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأصفر عند النضج. والنبات مقاوم لكل من فيرس موزايك التبغ (السلالة صفر)، وفيرس واى البطاطس (السلالتان صفر، و ١)، وفيرس إتش التبغ (السلالة صفر).

● فيدى Vidi:

هجين مبكر جدًّا، يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية وزراعات الأنفاق الحقلية. الثمار من طراز اللامويو، تبلغ أبعادها ١٣-١٤ × ٨-٩ سم، ويبلغ متوسط وزنها ٢٠٠

جم، ولها ٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. والنبات مقاوم لفيروسات موزايك التبغ، وواى البطاطس، وإتش التبغ.

◉ سونى Soni:

صنف هجين يصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية، وزراعات الأنفاق الحقلية، والزراعات الحقلية المكشوفة. النمو الخضرى قوى ويغطى الثمار بشكل جيد. الثمار كبيرة من طراز اللاموبو، تبلغ أبعادها ٢٠-٢٢ × ٨-١٠ سم، ولها ٣-٤ فصوص، ويبلغ متوسط وزنها ٣٠٠-٣٥٠ جم..

◉ سرتاكى Sirtaki:

هجين يصلح للزراعات المحمية. الثمار من طراز كاليفورنيا وندر كبيرة، ولها ٣-٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأصفر عند النضج. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

◉ ناسّو Nassau:

هجين يصلح للزراعات المحمية. الثمار من طراز كاليفورنيا وندر، كبيرة، ولها ٣-٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى البرتقالى عند النضج. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

◉ زافيرو Zafiro:

هجين ذو سلاميات قصيرة، ويعقد جيدًا فى الحرارة المنخفضة، الثمار كبيرة من طراز اللاموبو، لها ٣-٤ فصوص، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

ومن هجن الفلفل الحلو الأخرى، مايلى:

الصنف	مكان الإنتاج	الطراز	أبعاد الثمرة (سم)	لون الثمرة عند النضج	المقاومة
هـ ١٢٧٣	أنفاق وحقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	٨×٨	أصفر	
هـ ٢٢٣٣	حقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	٩×٩	أصفر	
هـ ١١٩٥	أنفاق وحقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	٩×٩	أحمر	

الصنف	مكان الإنتاج	الطراز	أبعاد الثمرة (سم)	لون الثمرة عند النضج	المقاومة
هـ ١٠٣٨	حقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	٩ × ١٠	أحمر	
سوبر ست	حقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	١٠ × ١١	أحمر	TMV
إيرلى بونتقل	حقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	٦ × ٧	أحمر	TMV
كانابى	حقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	٦ × ٧	أحمر	TMV
وندر بل	حقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر		أحمر	TMV
بيب	حقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	١١ × ٩	أحمر	
ليزر	زراعات محمية	لامويو	١٧ × ٩	أحمر	TMV
سونار	محمية وحقلى	لامويو	١٧ × ٩	أحمر	TMV
سافارى	حقلى مكشوف	لامويو	٢٠ × ١٠	أحمر	
فالدور	زراعات محمية	لامويو	١٩ × ٨	أصفر	TMV
سيدور	زراعات محمية	لامويو		أصفر	TMV
فيجارو	زراعات محمية وحقلية	كاليفورنيا وندر	١٠ × ٨	أحمر	TMV,PVY, TEV
أكابولكو	حقلى مكشوف	كاليفورنيا وندر	١١ × ٩	أحمر	TMV,PVY, TEV
بريدى	زراعات محمية وأنفاق وحقلية	لامويو	١٤–١٥ × ٨–١٠	أحمر	TMV
تومى	زراعات محمية	لامويو	١٨–٢٠ × ١٠	أحمر	TMV,PVY, TEV
بلكونى	زراعات محمية وأنفاق وحقلية	طويل مدبب	١٦–١٨ × ٦–٨	أحمر	

أصناف الفلفل الحريف

من أبرز هجن الفلفل الحريف، ما يلى:

- بيكوس Pecos:

هجين حريف جداً، متوسط التأخير فى النضج، يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية. النبات قائم وقوى النمو. الثمار طويلة، يبلغ طولها حوالى ١٥–٢٠ سم، وقطرها عند الأكتاف ٢–٣ سم، وهى مجعدة قليلاً، وجدرها رفيعة، ولونها أخضر فاتح

يتحول إلى الأحمر عند النضج. تعقد الثمار جيدًا فى كلٍ من الحرارة المنخفضة والعالية. يتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك التبغ.

○ بى بى ١٧٦ PP 176:

هجين حار جدًا، يصلح للإنتاج فى الزراعات المحمية. النبات قوى النمو، كثير التفرع، ويحمل عدة ثمار عند العقدة الواحدة. الثمار مخروطية طويلة، يبلغ متوسط طولها ١٦ سم، ولها ٢–٣ فصوص، وهى ناعمة، مستقيمة، سميكة الجدران، ولونها أخضر قاتم لامع. يوصى بزراعته مبكرًا لكى يكوّن النبات نموًا خضريًا قويًا قبل حلول الجور البارد.

○ اسبت فاير Spitfire (PP 11):

هجين متوسط التبكير فى النضج من طراز الكايين Cayenne الحار، ويصلح للإنتاج فى كل من الزراعات المحمية والحقلية. الثمار أسطوانية الشكل، يبلغ طولها حوالى ١٣ سم، وقطرها ٢–٣ سم، وهى مدببة، وثنائية الحجرات، وحارة، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج.

○ كارمن Carmen:

هجين متوسط الحرافة. الثمار طويلة يبلغ طولها ١٥ سم، وقطرها عند الأكتاف ٤ سم، ومدببة عند طرفها الزهرى، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج. يصلح للإنتاج فى زراعات الأنفاق الحقلية والحقلية المكشوفة. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ ويتحمل الإصابة بفيرس واى البطاطس.

○ سيرينا Serena:

هجين يصلح للزراعات المحمية، ذو سلاميات طويلة، وقدرة جيدة على العقد فى الحرارة المنخفضة. الثمار حريفة، لونها أصفر فاتح، طويلة ومدببة، ويبلغ متوسط طولها ٢٠ سم. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ سلالات صفر، و ١، و ٢ (رك زوان).

○ سامّى Sammy:

هجين يصلح للزراعات المحمية، ذو سلاميات متوسطة الطول، وقدرة جيدة على

العقد فى الحرارة المنخفضة. الثمار حريفة، لونها أصفر فاتح، طويلة ومدببة، يبلغ متوسط طولها ١٥–١٨ سم. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ سلالات صفر، و ١، و ٢.

● سريناد Serenade:

هجين حريف ذو عقد مركز حيث يمكن حصاده مرة واحدة. يمكن لثماره أن تعقد فى الحرارة العالية. الثمار رفيعة يبلغ متوسط طولها ٨ سم وقطرها عند الأكتاف ٢ سم، وهى ليست مدببة عند طرفها الزهرى، ولونها أخضر يتحول إلى الأحمر عند النضج، ويمكن أن تستعمل طازجة أو مجففة. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ ويتحمل الإصابة بفيرس واى البطاطس.

● سوبر شيلى Super Chili:

تُحمل الثمار إلى أعلى، وتظهر فوق مستوى النمو الخضرى، وتبلغ أبعادها ١ × ٦ سم (شكل ١–٢١، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). يتغير لون الثمار عند نضجها من اللون الأخضر المتوسط، إلى البرتقالى، فالأحمر. تستعمل الثمار إما طازجة وإما مجففة، وهى شديدة الحرافة. النباتات متوسطة الاندماج، ويبلغ انتشارها الجانبى حوالى ٦٠ سم، ومبكرة.

ومن هجن الفلفل الحريف الأخرى، ما يلى:

الصنف	مكان الإنتاج	الشكل	أبعاد الثمرة (سم)	لون الثمرة عند النضج	المقاومة
ليبارى	متنوع	قمعى طويل	٢٧ × ٥	أخضر/أحمر	TMV
بيكال	متنوع	قمعى طويل	١٦ × ٣	أخضر/أحمر	TMV
نور	الحقل المكشوف	قمعى طويل	٢١ × ٣	أصفر/أحمر	TMV

وللمزيد من التفاصيل عن أصناف الفلفل ومواصفاتها يمكن الرجوع إلى Boswell (١٩٣٧) بخصوص الأصناف التى أنتجت قبل عام ١٩٣٧، و Minges (١٩٧٢) بخصوص الأصناف التى أدخلت فى الزراعة فيما بين عامى ١٩٣٧ و ١٩٧٢، و Tigchelaar (١٩٨٠ و ١٩٨٦) بخصوص الأصناف التى أنتجت بعد ذلك حتى عام ١٩٨٦، وكذلك القائمة ٢٥ لأصناف الخضر الجديدة التى أنتجت فى الولايات المتحدة

وكندا (Wehner ١٩٩٩)، والتى يجد القارئ فى صدرها بيان بجميع قوائم الخضر الجديدة الأخرى التى سبقتها فى الصدور.

الفصل الثانى

إنتاج الفلفل

التربة المناسبة

ينمو الفلفل فى مختلف أنواع الأراضى من الرملية الخفيفة إلى الطينية. وتفضل الزراعة فى الأراضى الخفيفة عندما يكون موسم النمو قصيرًا، وفى الأراضى السلتية والطميية عندما يكون موسم النمو مناسبًا، وذلك لاستمرار نمو النباتات فى هذه الأراضى لمدة أطول. ومن المفضل دائمًا أن تكون التربة المخصصة لزراعة الفلفل جيدة الصرف، وغنية بالمادة العضوية. أما أنسب رقم حموضة (pH) للفلفل .. فإنه يتراوح من ٥,٥-٧,٠.

تأثير العوامل الجوية

يحتاج نبات الفلفل إلى موسم نمو طويل، ودافئ، وخال من الصقيع. فالبذور لا تبدأ فى الإنبات إلا عند ارتفاع حرارة التربة عن ١٣°م، ويكون الإنبات بطيئًا للغاية فى حرارة ١٥°م. ويتراوح المجال الحرارى الملائم لإنبات البذور من ١٨-٢٩°م، حيث يستغرق الإنبات نحو ١٠ أيام (Minges وآخرون ١٩٧١).

ومع أن الفلفل يتحمل الحرارة المنخفضة بدرجة أكبر من الطماطم والباذنجان، إلا أن النباتات لا تتحمل الصقيع الخفيف، ولا تنمو تقريبًا فى حرارة ١٠°م أو أقل. ويكون إزهار الفلفل أكثر تبكيرًا فى الليل الدافئ (٢٥°م) عما فى الليل البارد (١٠°م).

تعقد الثمار جيدًا عندما يتراوح المتوسط اليومى لدرجة الحرارة من ١٨-٢١°م. ويؤدى انخفاض المتوسط اليومى لدرجة الحرارة عن ١٦°م، أو ارتفاعه عن ٣٢°م إلى سقوط الأزهار بدون عقد (Yamaguchi ١٩٨٣). وتزداد هذه الحالة حدة عندما تسود هذه الظروف بعد فترة من العقد الجيد.

كذلك يؤدى انخفاض درجة الحرارة – وقت عقد الثمار – إلى تكوين ثمار بكرية،

أو يقل فيها عدد البذور. وتكون هذه الثمار صغيرة الحجم، وذلك لأن هناك ارتباطًا قويًّا بين حجم ثمرة الفلفل وعدد البذور فيها (Rylski ١٩٧٣). كما تميل الثمار لأن تأخذ شكلاً مستدقًّا عندما تسود الجو درجات حرارة منخفضة أثناء نمو الثمار. ويظهر هذا التأثير بوضوح فى أصناف الفلفل الحلوة الناقوسية الشكل.

وعموما .. فإن درجة الحرارة المنخفضة تؤدى إلى تكوين أزهار ومبايض زهرية مشوهة، وحبوب لقاح فاقدة الحيوية، وإلى زيادة عقد الثمار البكرية والمشوهة الشكل، وإلى زيادة تشققات الجدر الثمرية الخارجية Pericarp Cracking، وعدم انتظام تلوّن الثمار (Rylski وآخرون ١٩٩٤).

هذا .. وتسقط الأزهار بدون عقد، وكذلك الثمار الصغيرة الحديثة العقد إذا تعرضت النباتات لرياح حارة جافة.

أما بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية .. فإن الفلفل يُعدّ من النباتات المحايدة، حيث يزهر أيًّا كان طول النهار، إلا أن النمو الخضرى يزداد فى النهار الطويل، بينما تتجه النباتات سريعًا نحو الإزهار فى النهار القصير (عن Pringer ١٩٦٢). ويُعدّ ذلك نوعًا من الاستجابة الكمية للفترة الضوئية.

ولمزيد من التفاصيل عن تأثير العوامل الجوية على نمو وتطور نباتات الفلفل .. يراجع الموضوع تحت فسيولوجيا الفلفل (الفصل الثالث).

التكاثر وطرق الزراعة

التكاثر

يتكاثر الفلفل بالبذور التى قد تزرع فى المشتل أولاً، وقد تزرع – فى أحيان قليلة – فى الحقل الدائم مباشرة.

كمية التقاوى

يلزم نحو ٢٥٠–٤٠٠ جم من البذور لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان فى مراقد البذور الحقلية، بينما يكفى حوالى ٦٠ جم فقط من البذور عند استعمال الشتالات فى إنتاج الشتلات.

اختيار الحجم المناسب للبذور

يفضل استعمال البذور المتوسطة، والكبيرة الحجم في الزراعة، واستبعاد البذور الصغيرة؛ فقد تبيّن من دراسة أجريت على صنف الفلفل تروهارد بيرفكشن Truhard Perfection – وهو من أصناف الفلفل البيمينتو – أن البذور المتوسطة الحجم أنبتت قبل البذور الصغيرة الحجم بيومين، وكانت نسبة إنباتها أعلى، ووصلت بادرتها إلى المرحلة المناسبة للشتل قبل البادرات التى نتجت من زراعة البذور الصغيرة الحجم (Cochran ١٩٧٤).

معاملات تحسين إنبات البذور

يكون إنبات بذور الفلفل بطيئًا، كما تنخفض نسبته، مقارنة بإنبات بذور معظم محاصيل الخضر الأخرى، ويحدث ذلك فى جميع أصناف الفلفل أيًا كان النوع النباتى الذى تنتمى إليه. ولذا .. فإن بذور الفلفل تستفيد كثيرًا من معاملات النقع seed priming فى المحاليل ذات الضغط الأسموزى المرتفع (مثل محاليل نترات البوتاسيوم، وفوسفات البوتاسيوم، والبوليثيلين جليكول)، ومحاليل منظمات النمو (مثل حامض الجبريلليك)، ومحاليل مركبات خاصة (مثل هيبوكلوريت الصوديوم). ولمزيد من التفاصيل عن تلك المعاملات .. يراجع الموضوع تحت فسيولوجيا الفلفل (الفصل الثالث).

إنتاج الشتلات

الظروف البيئية المناسبة

تزرع البذور قبل الموعد المتوقع للشتل بنحو ٧–١٠ أسابيع، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة، حيث تزيد المدة فى الجو البارد نسبيًّا. وإن أمكن التحكم فى درجة حرارة المشاتل .. فإنه يفضل أن تكون الحرارة قبل الإنبات ٢٤°م ليلاً ونهارًا، ثم تخفض الحرارة ليلاً بعد الإنبات إلى ١٨°م، بينما تبقى درجة الحرارة نهارًا على ما هى عليه. وتكون زراعة البذور فى سطور.

وأدت زيادة شدة الإضاءة فى المشاتل لمدة ساعة فى نهاية النهار (عندما كان النهار قصيرًا نسبيًّا) باستعمال لمبات فلورسنتية إلى جعل الشتلات أقصر وأوراقها أصغر مساحة

مما فى نباتات معاملة الشاهد، كما أدت المعاملة إلى نقص النمو الخضرى فى الحقل فى مرحلة بداية الإثمار، ولكنها لم تؤثر على المحصول الكلى (Graham & Decoteau ١٩٩٥).

الظروف البيئية المناسبة

لا تستعمل مراقد البذور الحقلية إلا عندما تكون البذور رخيصة الثمن، كما فى الأصناف المحلية، وفى بعض الأصناف غير الهجين تزرع البذور فى سطور تبعد عن بعضها بمسافة ٢٥ سم فى أحواض مساحتها ٢ × ٢م أو ٢ × ٣م، كما تكون النباتات جاهزة للشتل عندما يبلغ طول نموها الخضرى من ١٠–٢٠ سم.

إنتاج الشتلات فى الشتالات

إن أفضل البيئات لإنتاج شتلات الفلفل هى التى تتكون من البيت موس والفيرميكيوليت بنسبة ٣ : ١، علمًا بأن لإضافة الرمل إلى بيئة الزراعة تأثير سلبي على نمو الشتلات (Choi وآخرون ١٩٩٧).

وكانت شتلات الفلفل المنتجة فى شتّالات (طاولات الزراعة) ذات عيون كبيرة (٣٩,٥مل) أفضل نموًا، وأكثر تبكيرًا فى المحصول عن تلك التى أنتجت فى عيون أصغر حجمًا.

كذلك كانت الشتلات الأكبر عمرًا حتى ٦٠ يومًا أبكر إنتاجًا من الثمار، مقارنة بالشتلات الأصغر من ذلك (Weston ١٩٨٨).

حماية الشتلات من الإصابات المرضية

لحماية الشتلات من الإصابات المرضية، يراعى ما يلى:

١ – معاملة البذور بأحد المطهرات الفطرية المناسبة، مثل البنليت، والفيتافاكس/كابتان، والفيتافاكس ثيرام بمعدل جرام واحد من المبيد لكل كيلو جرام من البذرة.

٢ – إضافة أحد المبيدات الفطرية المناسبة إلى خلطة الزراعة، مثل التويسين، والبنليت، والمونسرين، والمونسرين كومبى بمعدل ٥٠ جم من المبيد لكل ١٠٠ كجم من الخلطة الجافة التى تتكون من البيت موس والفيرميكيوليت بنسبة ١ : ١.

٣ – رش الشتلات عند ظهور الورقة الحقيقية الأولى بأحد المبيدات الفطرية المناسبة، مثل التراى ميلتوكس فورت بتركيز ٠,٢٥٪.

٤ – رى النباتات قبل الشتل بنحو أسبوع بأحد المبيدات الجهازية المناسبة، مثل البنليت، للوقاية من أمراض الذبول، وأعفان الجذور، وعفن الساق.

تقسية الشتلات

أمكن بالتحكم فى مستوى التسميد بالنيتروجين والفوسفور فى المشتل (بجعل تركيزهما ٥٠، و ١٥ مجم/لتر، على التوالى) إنتاج شتلات جيدة النمو تتحمل الشتل، بينما لا تتأخر فى استعادة نموها بعد الشتل مثلما يحدث فى الشتلات التى تتم تقسيتها فى المشاتل بمنع التغذية عنها (Dufault & Schultheis ١٩٩٤).

وعندما سمدت بادرات الفلفل فى الشتّالات – حتى عمر ٤٦ يومًا – بمحاليل مغذية تباينت فى محتواها الكلى من الأيونات بين ١٩,٠، و ٣١,٠ مللى مكافئ/لتر، وفى نسبة ما تحتويه من نيتروجين أمونيومى إلى نيتروجين نتراتى بين صفر : ١٠٠، و ٣٠ : ٧٠، أدى المحتوى المنخفض من الأيونات الكلية (١٩ مللى مكافئ/لتر) إلى نقص قطر ساق البادرة، وطولها، وعدد أوراقها، وانخفاض محتواها من الكلوروفيل، ولكن لم تتأثر أى من تلك الصفات بنسبة النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى فى المحلول المغذى. وأمكن إنتاج شتلات فلفل صالحة للتسويق باستعمال محاليل مغذية ينخفض فيها تركيز الأيونات الكلية حتى ٢٥ مللى مكافئ/لتر، وترتفع فيها نسبة النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى إلى ٣٠ : ٧٠ دون أن تحدث أية أضرار (Jeong & Lee ١٩٩٩).

هذا .. ولاتجدى معاملة شتلات الفلفل – برفق – بأجسام صلبة (معاملة الـ brushing) فى تقسيتها، حيث أحدثت معاملة الـ brushing ٨٠ مرة يوميًا زيادة كبيرة جدًا فى نسبة الشتلات التى ظهرت عليها أضرار ميكانيكية؛ حيث تراوحت بين ٤٨٪، و ٩٣٪. وعلى الرغم من أن تخفيض عدد الاحتكاكات إلى ٤٠ مرة يوميًا كان مصاحبًا بنقص فى معدل الأضرار الميكانيكية التى لحقت بالبادرات، إلا أن النقص فى معدل نموها – حينئذ – لم يكن بذى قيمة فى تحسين صلاحية الشتلات للشتل (Latimer ١٩٩٤).

مزايا الزراعة بالشتلات

تزهر النباتات المزروعة بطريقة الشتل قبل النباتات المزروعة بالبذور مباشرة في الحقل الدائم (مع تماثل موعد زراعة البذور في كلتا الحالتين) بما لا يقل عن ١٦ يومًا (Schultheis وآخرون ١٩٩٨)، كما يزيد محصولها المبكر ومحصولها الكلى عن النباتات المزروعة بالبذرة مباشرة. وقد وجد لدى مقارنة النمو الجذرى للنباتات في طريقتي الزراعة، ما يلي (Leskovar & Cantliffe ١٩٩٣):

طريقة الزراعة	الجذور القاعدية (٪)	الجذور الجانبية (٪)	الجذر الوتدى (٪)
الشتل	٨١	١٥	٤
بالبذرة مباشرة	٢٥	٥٧	١٨

الزراعة فى الحقل الدائم بالشتل

العمق المناسب للشتل

يفضل أن يكون شتل الفلفل عميقًا في التربة، بحيث تُغطى صلية الجذور والسويقة الجنينية السفلى حتى الورقتين الفلقيتين، بل إنه يفضل – كذلك – تغطية ساق النبات حتى الورقة الحقيقية الأولى يؤدى ذلك إلى سرعة تغلب البادرات على صدمة الشتل، وزيادة المحصول المبكر والكلى، ذلك بسبب سرعة استفادة البادرات من الأسمدة المضافة قبل الزراعة، وانتظام حصولها على الرطوبة الأرضية، فضلاً عن عدم تعرض الجذور – وهى فى وضعها العميق فى التربة – للتغيرات الحادة فى درجة الحرارة (Vavrina وآخرون ١٩٩٤). وقد بلغ المحصول الكلى للفلفل حوالى ٥١ طنًا للهكتار (٢١,٤ طن للفدان) عندما كان الشتل عميقًا (حتى مستوى الأوراق الفلقية أو حتى مستوى الورقة الحقيقية الأولى)، مقارنة بنحو ٤٥ طنًّا للهكتار (١٨,٩ طن للفدان) عندما كان الشتل سطحيًا (حتى مستوى قمة صلية الجذور) (Vavrina ١٩٩٥).

طرق ومسافات الزراعة

تتوقف طريقة زراعة الفلفل، ومسافات الزراعة المناسبة – عند الزراعة بالشتل – على الطريقة المتبعة فى رى المحصول، كما يلى:

أولاً: فى حالة الرى بالغمر:

تتبع طريقة الرى بالغمر – عبر قنوات الخطوط – فى الأراضى السوداء (أراضى الواداى والدلتا)، وفيها يشتل الفلفل يدويًا أو آليًا على خطوط بعرض ٧٠-٨٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ٩-١٠ خطوط فى القصبتين)، ويتم الشتل على الريشة (جانب الخط) الشمالية، أو الغربية، وعلى مسافة ٣٠-٥٠ سم بين النبات والآخر حسب الصنف، وحسب مدى انتشار نموه الخضرى. ويفضل لإحكام عملية الشتل أن يروى الحقل ريّة "كدابة"، ثم يجرى الشتل بعد ذلك بيومين، وتثبت النباتات فى التربة جيدًا، ويلى ذلك رى الحقل رية خفيفة (تجرية). ويحسن عند اتباع هذه الطريقة أن يضاف نحو ١٠٠ مل (سم^{٣}) من أحد المحاليل البادئة لكل نبات عند الشتل، وهى محاليل سمادية، بها أسمدة ذائبة بتركيزات مخففة لمساعدة الشتلة على النمو الجيد، ومواجهة الظروف غير المناسبة لها بعد الشتل.

ثانيًا: فى حالة الرى بالرش:

يمكن اتباع طريقة الرى بالرش فى الفلفل فى الأراضى الصحراوية فى المناطق التى تنخفض فيها الرطوبة النسبية، وعندما يكون تركيز الأملاح منخفضًا فى مياه الرى.

تشتل نباتات الفلفل متبادلة – فى خطوط مزدوجة – على مسافة ٥٠ سم بين النباتات فى الخط الواحد، و ٥٠ سم بين كل خطين متجاورين (خط مزدوج)، و ١٧٥ سم بين منتصف الخطوط المزدوجة.

يفضل دائمًا أن تكون زراعة الخطوط المزدوجة على مصاطب مرتفعة، بهدف تصريف الماء الزائد، تجنبًا للإصابات المرضية فى قاعدة ساق النبات.

ثالثًا: فى حالة الرى بالتنقيط:

فى حالة نظام الرى بالتنقيط (وهو النظام المفضل لرى الفلفل فى الأراضى الصحراوية) .. يفضل أن تكون بنفس الطريقة المتبعة فى حالة الرى بالرش، مع جعل خرطوم (أنبوب) الرى فى منتصف خطوط الزراعة المزدوجة. وبذا .. تكون النباتات متبادلة حول خط الرى، وعلى مسافة ٥٠ سم من بعضها فى الخط الواحد، بينما تفصل مسافة ٥٠ سم بين كل خطين متجاورين (خط مزدوج) حول خرطوم الرى، و ١٧٥ سم بين خطوط الرى (منتصف الخطط المزدوجة).

يزداد محصول الفلفل عندما تكون الزراعة على مصاطب مرتفعة مقارنة بالزراعة على أرض مسطحة (Cavero وآخرون ١٩٩٦). ولذا .. تفضل زراعة الفلفل عند الرى بطريقة التنقيط – أو حتى بطريقة الرش – فى خطوط مزدوجة على مصاطب بارتفاع ٢٠–٢٥ سم.

الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم لأجل الحصاد الآلى

أهمية الزراعة بالبذور مباشرة

تفيد زراعة بذور الفلفل مباشرة فى الحقل الدائم – بصورة خاصة – مع أصناف التصنيع التى تحصد آليًا، والتى يمكن معها – باتباع هذه الطريقة – زيادة كثافة الزراعة، وخفض تكاليف العمالة، مع زيادة المحصول من وحدة المساحة.

وقد أظهرت دراسات Cooksey وآخرون (١٩٩٤) عدم جدوى زراعة الفلفل البابريكا – لأجل الحصاد الآلى – بطريقة الشتل؛ ذلك لأن النباتات التى زرعت بطريقة الشتل كانت – مقارنة بالنباتات التى نتجت من الزراعة بالبذرة مباشرة – أقوى نموًا، وأكثر تفريعًا؛ الأمر الذى يجعل عملية الحصاد الآلى أكثر صعوبة، ويزيد من فرصة وجود بقايا نباتية (أوراق وسيقان) مختلطة بالثمار بعد الحصاد. هذا .. علمًا بأن المحصول كان متماثلاً فى حالتى الزراعة بالبذور مباشرة وبطريقة الشتل، عند تساوى عدد النباتات فى وحدة المساحة فى الطريقتين.

مشاكل الزراعة المباشرة بالبذور، ووسائل التغلب عليها

إن أكبر المشاكل التى تواجه زراعات الفلفل المبكرة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم انخفاض درجة حرارة التربة عند عمق ٢–٤ سم (وهو العمق الذى تزرع فيه البذور) عن المجال الحرارى المناسب للإنبات، والذى يتراوح بين ٢٥، و ٣١°م، حيث يمكن أن تنخفض درجة حرارة التربة كثيرًا عن ذلك فى المواعيد المبكرة للزراعة خلال الفترة من منتصف يناير إلى منتصف شهر مارس. ويترتب على انخفاض الحرارة تأخير الإنبات وعدم تجانسه، وتتفاقم المشكلة كلما ازداد تأخر الإنبات، حيث تضاف إليها مشكلة تكون القشور السطحية – التى تعيق بزوغ البادرات من التربة – فى بعض أنواع الأراضى.

ويفيد كثيرًا استعمال غطاء من البوليثيلين الشفاف للتربة فى تحسين الإنبات برفعه لدرجة حرارة التربة فى المواعيد المبكرة للزراعة التى تكون فيها الحرارة منخفضة بطبيعتها. كذلك يفيد الغطاء فى منع تكوين القشور السطحية.

كذلك يفيد فى تحسين الإنبات زراعة البذور فى خطوط مزدوجة على مصاطب مرتفعة عن زراعتها فى أرض مسطحة، ذلك لأن المصاطب المرتفعة تؤدى إلى ارتفاع حرارة الطبقة السطحية من التربة. يزداد الارتفاع فى حرارة التربة والتحسن فى الإنبات عند الجمع بين المصاطب المرتفعة والغطاء البلاستيكى الشفاف. لكن لا يوصى باستعمال الغطاء البلاستيكى الشفاف عند الزراعة فى المواعيد التى ترتفع فيها درجة الحرارة بصورة طبيعية (من منتصف مارس إلى آخر شهر أكتوبر) حتى لا يتسبب البلاستيك فى رفع حرارة التربة عن ٣٥°م، وهى الدرجة التى يتأثر عندها الإنبات سلبيًّا (Cavero وآخرون ١٩٩٦).

وللتغلب على مشاكل الإنبات عندما تكون الزراعة بالبذور مباشرة فى الحقل الدائم، فإنه يفضل استنبات البذور أولاً، ثم زراعتها فى جلى مناسب، مثل الـ potassium starch acrylamide gel، والذى يؤدى إلى تبكير الإنبات، وزيادة تجانسه، مقارنة بزراعة البذور المستنبتة فى أنواع أخرى من المواد الحاملة (مثل: إلـ magnesium silicate clay gel، ومخاليط الزراعة المنفردة، ومخاليط الزراعة المخلوطة بأى من نوعى الجلى السابق بيانهما)، وكذلك مقارنة بزراعة البذور غير المستنبتة مباشرة فى الحقل مع تغطيتها بالتربة أو بمخاليط الزراعة (Schultheis وآخرون ١٩٨٨أ). وقد كان أفضل مخلوط من الجلى لزراعة البذور المستنبتة – مباشرة – فى الحقل الدائم هو الذى يتكون من لتر من مخلوط الزراعة plug mix لكل ١,٢٥ لتر من محلول الجلى الذى يحتوى على Liqua-gel (تحضير تجارى) بنسبة ١٪ (Schultheis وآخرون ١٩٨٨ب).

الكثافة المناسبة للزراعة

ازداد محصول الفلفل من الصنف إيرلى كال وندر Early Calwonder خطيًّا مع زيادة كثافة الزراعة من ٢١٥٢٧ إلى ٢٥٨٣٢٨ نباتًا/هكتار (حوالى ٩٠٠٠ إلى ١٠٨٥٠٠ نبات/فدان)، إلا أن عدد الثمار الصالحة للتسويق ووزنها/نبات نقص مع زيادة كثافة

الزراعة، بينما لم يتأثر متوسط وزن الثمرة الواحدة بالتغير فى كثافة الزراعة. وقد كانت أفضل كثافة زراعة من حيث المحصول المنتج الصالح للتسويق هى ٨١١٠٩ نباتًا/هكتار (حوالى ٣٤١٠٠ نبات/فدان)، وهى التى حُصل علها بزراعة الفلفل – بالبذرة مباشرة فى الحقل الدائم – فى خطوط مزدوجة على مصاطب مرتفعة، مع توفير مسافة ٢٥ سم بين جور الزراعة فى الخط الواحد، وترك نباتين فى الجورة بعد الخف (Stoffella وآخرون ١٩٨٨).

كذلك أوضحت دراسات Locasico & Stall (١٩٩٤) ازدياد المحصول بزيادة كثافة الزراعة من ٢٥٩٠٩ نباتا/هكتار (حوالى ١٠٩٠٠ نبات/فدان) إلى ٥٣٨١٨ نباتًا/هكتار (حوالى ٢٢٦٠٠ نبات/فدان). وقد تحققت الكثافة العالية بزراعة ٣ خطوط من النباتات على مصاطب بعرض ١,٨٣م، مع توفير مسافة ٣١ سم بين البناتات فى الخط. هذا .. علمًا بأن المحصول الصالح للتسويق فى الخط الأوسط من النباتات فى كل مصطبة كان أقل من محصول الخطين الجانبيين بمقدار ١٩٪، وأن محصول النبات الواحد كان يزيد بمقدار ٣٠٪ عندما كانت المسافة بين النباتات فى الخط ٣١ سم مقارنة بمسافة ٢٣ سم، وأن محصول النبات الواحد كان يزيد – كذلك – بمقدار ٥٠٪ عندما زرع خط واحد من النباتات على مصاطب بعرض ١,٢٢م، مقارنة بزراعة خطين على مصاطب بعرض ١,٢٢م، أو ثلاثة خطوط على مصاطب بعرض ١,٨٣م.

كما أعطت نباتات الفلفل (صنف كارولين كايين Caroline Cayenne) التى زرعت بكثافة ٤٤٤٠٠ نباتا/هكتار (حوالى ١٨٦٥٠ نبات/فدان) محصولاً أعلى من الكثافات النباتية الأخرى التى درست، والتى تراوحت بين ١١١٠٠، و ٨٨٩٠٠ نباتًا/هكتار (حوالى ٤٧٠٠، و ٣٧٣٥٠ نبات/فدان، على التوالى). وقد حُصِل على الكثافة المناسبة إما بزراعة خطوط مفردة، مع مسافة ١٥ سم بين النباتات، أو خطوط مزدوجة مع مسافة ٣٠ سم بين النباتات فى الخط. وبصورة عامة .. فإن محصول الثمار التى عقدت فى الجزء السفلى من النموات النباتية كان أقل فى الكثافات النباتية العالية مما فى الكثافات الأقل (Decoteau & Graham ١٩٩٤).

وفى فلوريدا .. يزرع الفلفل فى الأراضى الرملية – عادة – على مصاطب مرتفعة تغطى بالبلاستيك الأسود وتروى فيها النباتات بطريقة التنقيط. وتكون مصاطب الزراعة

إما بعرض ٠,٨-١,٢م (من منتصف المصطبة إلى منتصف المصطبة المجاورة لها)، ويزرع بها خط واحد من النباتات، وإما بعرض ١,٥-١,٨ م، ويزرع بها خطين من النباتات، مع توفير مسافة تتراوح بين ٢٥ و ٣١ سم بين النباتات في الخط؛ وهو ما يعطى كثافة زراعة تتراوح بين ١٨٠٠٠، و ٥٠٠٠٠ نباتًا/هكتار (حوالى ٧٦٠٠، و ٢١٠٠٠ نبات/فدان، على التوالى) (عن Locasico & Stall ١٩٩٤).

أما بالنسبة للفلفل الجالابينو الذى يحصد آليًّا - غالبًا - فإن تقليل المسافة بين النباتات في الخط حتى ١٠ سم فقط كان أجدى في زيادة المحصول الصالح للتسويق من وحدة المساحة. وقد كانت نسبة الثمار التى تعرضت للأضرار الميكانيكية من جراء عملية الحصاد الآلى ٥٪ في مسافات الزراعة الضيقة، مقارنة بنسبة ١٢٪ عندما كانت المسافة بين النباتات في الخط ٤٠ سم. كما أنتجت النباتات المزروعة على مسافات ضيقة أكبر قدر من الثمار الحمراء عند حصادها آليًّا (Motsenbocker وآخرون ١٩٩٧).

التحميل

تتضارب نتائج الدراسات بشأن اقتصاديات تحميل البقوليات على الفلفل بين المؤيدة (Guldan وآخرون ١٩٩٦)، والرافضة له (Guldan وآخرون ١٩٩٨). ومن الطبيعى أن تتوقف نتائج دراسات التحميل على ظروف الزراعة من حيث أصناف الفلفل المزروعة، وأصناف وأنواع البقوليات المحملة عليه، ومكان وتاريخ الزراعة، ومرحلة نمو الفلفل التى بدأ عندها التحميل، ومسافات وكثافة الزراعة .. إلخ. وأغلب الظن أن التحمل غير مجدٍ اقتصاديًّا في المزارع التجارية الكبيرة لغالبية محاصيل الخضر، ومن بينها الفلفل؛ ذلك لأن تلك المزارع تتطلب برامج خاصة في الرى، والتسميد، ومكافحة الآفات؛ الأمر الذى يتعارض مع إنتاج أكثر من محصولين في الوقت الواحد في الحقل الواحد.

مواعيد الزراعة

يزرع الفلفل في مصر في العروات التالية:

١ - العروة الصيفية المبكرة التقليدية:

تزرع البذور في المشتل في شهرى أكتوبر ونوفمبر، وتتم حماية النباتات من البرد والصقيع خلال فصل الشتاء بـ "التزريب" عليها بالبوص (الغاب)، أو بسعف النخيل،

أو بشباك البلاستيك. وتشتل النباتات فى الحقل الدائم خلال أشهر يناير، وفبراير، ومارس. وتعطى هذه العروة محصولها خلال الفترة من منتصف شهر مايو إلى نهاية يونيو وهى تنجح فى المناطق الدافئة من مصر الوسطى.

٢ – العروة الصيفية المبكرة المستحدثة:

تزرع البذور من شهر يناير إلى منتصف فبراير، ويُغطى المشتل بأقبية من البلاستيك الشفاف لإسراع الإنبات، ولحماية النباتات من الصقيع، مع ضرورة تقسية النباتات قبل الشتل بنحو ١٠ أيام، وذلك بفتح الجانب الجنوبى للقبو يوميًا من الحادية عشرة صباحًا إلى الرابعة مساءً، على أن تستمر تغطية النباتات ليلاً. وتفضل إزالة الغطاء البلاستيكى نهائيًا فى الأيام القليلة السابقة للشتل. تشتل النباتات خلال شهرى مارس وأبريل، وتعطى محصولها خلال شهرى يونيو ويوليو، وتنجح هذه العروة فى مصر الوسطى والدلتا.

٣ – العروة الصيفية العادية:

تزرع البذور فى فبرار ومارس، وتشتل البادرات فى أبريل ومايو، وتعطى محصولها من أواخر يونيو إلى نهاية شهر أغسطس. وتنجح فى الدلتا والمناطق الساحلية، ويكون محصولها غزيرًا لملائمة الظروف الجوية لها خلال نموها.

٤ – العروة الخريفية:

تزرع البذور خلال شهر يونيو مع وقايتها من الحرارة العالية، وذلك بتغطية المشاتل بالحصر، أو بشباك البلاستيك لحين إنبات البذور. تشتل البادرات فى يوليو وأغسطس، وتعطى محصولها ابتداءً من شهر سبتمبر حتى يناير، وتنجح فى الدلتا والمناطق الساحلية.

٥ – العروة الشتوية التقليدية (المكشوفة):

تزرع البذور فى أواخر شهر سبتمبر وأوائل أكتوبر، وتشتل البادرات فى شهر نوفمبر، ويقلل الرى إلى أدنى مستوى ممكن للمساعدة على تقسية النباتات أثناء فصل الشتاء، ثم تسمد النباتات خلال شهر فبراير، حيث تزهر خلال شهر مارس، وتعطى محصولها خلال شهرى أبريل ومايو، ولا تنجح زراعة هذه العروة إلا فى المناطق الدافئة

٦ – العروة الشتوية المستحدثة (عروة الأنفاق):

يكون الشتل تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة خلال شهرى ديسمبر ويناير، ويستعمل لذلك شتلات بعمر ٤٥-٦٠ يومًا سبق إنتاجها فى أماكن مدفأة، وخاصة بالنسبة لمواعيد الشتل المتأخرة. تعطى هذه العروة محصولها خلال فترة ارتفاع الأسعار فى شهرى مارس وأبريل.

الترقيع

تعتبر عملية "الترقيع" هى أولى عمليات الخدمة الزراعية، وهى عملية إعادة زراعة الجور الغائبة التى فشلت نباتاتها فى استعادة نموها بعد الشتل. ويتم الترقيع مع رية "المحاياة" – وهى الرية الأولى بعد رية "التجرية" التى تجرى بعد الشتل بيوم إلى ثلاثة أيام – أو فى الريّة التالية لها.

وفى دراسة أجريت على عملية الترقيع وامتدت لثلاث سنوات على صنف الفلفل الحلو جوبتر Jupiter لم يلاحظ أى تأثير معنوى للترقيع (عند غياب ١٠٪، أو ٢٠٪، أو ٣٠٪ من النباتات) على المحصول الكلى من وحدة المساحة، أو على متوسط وزن الثمرة. وفى هذه الدراسة كانت كثافة الزراعة ٩٨٠١ نباتًا/هكتار (٤١٠٠ نبات/فدان) عند غياب ١٠٪ من النباتات، و ٨٧١٢ نباتًا/هكتار (٣٦٥٠ نبات/فدان) عند غياب ٢٠٪ من النباتات، و ٧٦٢٣ نباتًا/هكتار (٣٢٠٠ نبات/فدان) عند غياب ٣٠ من النباتات، وكان الترقيع قد أجرى بعد أسبوعين أو ثلاثة أسابيع من الشتل، علمًا بأن الشتلات كانت بعمر ٧ أسابيع عند الشتل. هذا فى الوقت الذى أدى فيه الترقيع إلى نقص محصول النبات الواحد، كما نقص المحصول المبكر عند الترقيع بعد ٣ أسابيع من الشتل عما كان عليه الحال عند الترقيع بعد أسبوعين فقط من الشتل (Bracy ١٩٩٧).

العزق ومكافحة الأعشاب الضارة

يجب أن يكون العزق سطحيًا، بهدف التخلص من الحشائش. يلزم الحقل عادة من ٣-٤ عزقات. ويتم الترديم على النباتات أثناء العزق، وذلك بنقل جزء من تراب الريشة غير المزروعة (البطّالة) إلى الريشة المزروعة (العمّالة) تدريجيًا إلى أن تصبح النباتات قريبة من وسط الخط. ويمكن تقليل الحاجة إلى العزق باستعمال أحد مبيدات الأعشاب

الضارة، مثل: الترفلان Treflan الذى يضاف للتربة قبل الشتل بمعدل ٠,٥٠-٠,٢٥ كجم للفدان، والدكثال Decthal الذى يعامل بـه الحقل، بمعدل ٢,٥-٥ كجم للفدان عندما يتراوح طول النباتات من ١٠-١٥ سم.

وقد وجدت علاقة خطية سالبة بين كثافة تواجد حشيشة السِعد وبين كل من الوزن الجاف للنمو الخضرى لنبات الفلفل ومحصول الثمار. وكان كل نقص مقداره ١٪ فى الوزن الجاف للنمو الخضرى مُصاحبًا بنقص قدره ١,٢٤٪ فى محصول الثمار، وبلغ النقص فى محصول الفلفل ٣٢٪ عندما كانت كثافة السِعد ٢٠٠ نبات فى المتر المربع (Morales-Payan وآخرون ١٩٩٧). وفى دراسة أخرى ازداد التأثير السلبى لكثافة حشيشة السِعد بزيادة معدل التسميد الآزوتى؛ فبينما لم يكن للسِعد أى تأثير على محصول الفلفل عند التسميد بمعدل ٧٠ كجم نيتروجين/هكتار (حوالى ٢٩,٥ كجم/فدان)، فإن النقص فى محصول الفلفل ازداد بزيادة كل من أعداد الحشيشة ومعدل التسميد الآزوتى إلى أن بلغ ٧٣٪ من المحصول عندما كانت الكثافة الابتدائية initial density للحشيشة ٣٠٠ نبات/متر مربع - واستمر تواجدها لمدة ١٠ أسابيع بعد الزراعة - وعندما كان التسميد بمعدل ٢١٠ كجم نيتروجين للهكتار (حوالى ٨٨ كجم/فدان) (Morales-Rayan وآخرون ١٩٩٨)

استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

أهمية الغطاء البلاستيكى

يستجيب الفلفل لاستعمال الأغطية البلاستيكية للتربة plastic mulches، حيث يزاد النمو النباتى، والمحصول المبكر، والكلى، وتنعدم منافسة الحشائش للمحصول فى حالة استعمال البلاستيك الأسود، ويقل كثيرًا فقد الماء بالتبخر من سطح التربة. وتتحقق الزيادة فى المحصول المبكر نتيجة لارتفاع درجة حرارة التربة تحت البلاستيك. أما الزيادة فى المحصول الكلى .. فتتحقق نتيجة لتوفر الرطوبة الأرضية بانتظام للنباتات فى الطبقة السطحية من التربة التى تنتشر فيها معظم الجذور، وعدم الحاجة لإجراء عملية العزق التى تؤدى إلى تقطيع بعض الجذور السطحية، وعدم تراكم الأملاح فى منطقة الجذور، إذ يكون ذلك بعيدًا عنها عند حواف الغطاء البلاستيكى، حيث يحدث التبخر السطحى للماء.

هذا .. وتوضع الأغطية البلاستيكية بامتداد خطوط الزراعة، وبعرض حوالى ١٠٠ سم، وتشتل النباتات من خلال ثقوب يتم عملها فى الغطاء على الأبعاد المطلوبة للزراعة.

مقارنة بين الألوان المختلفة للأغطية البلاستيكية

جرى العرف على استعمال البلاستيك الأسود كغطاء للتربة فى المواسم المعتدلة الحرارة أو الباردة قليلاً، حيث يؤدى استعماله إلى رفع حرارة التربة إلى المستوى المناسب للنمو النباتى، بينما يؤدى استعماله فى المواسم الحارة إلى رفع حرارة التربة إلى درجة قد تضر بالنباتات. أما فى المواسم والمناطق الباردة، فقد جرى العرف على أن يستعمل فيها البلاستيك الشفاف كغطاء للتربة، وذلك لأنه يزيد من ارتفاع درجة حرارتها، ولكن يجب فى هذه الحالة استعمال المبيدات فى مكافحة الأعشاب الضارة تحت البلاستيك لأنه – أى البلاستيك الشفاف – يوفر بيئة مناسبة لنمو الحشائش.

وقد أدى استعمال البلاستيك الأحمر كغطاء للتربة إلى زيادة طول نباتات الفلفل مقارنة بما كان عليه الحال عندما استعمل البلاستيك الأسود، أو الأصفر، أو الأبيض. وقد عكست الأغطية البلاستيكية القاتمة (السوداء والحمراء) الضوء بدرجة أقل، ولكن بنسبة أعلى من الأشعة تحت الحمراء إلى الحمراء مقارنة بالأغطية الأخرى (الصفراء والبيضاء)، وكانت درجة حرارة التربة المقيسة بعد الظهر وفى المساء أعلى تحت الأغطية القاتمة عما كانت عليه تحت الغطاء الأصفر أو الأبيض (Decoteau وآخرون ١٩٩٠).

وفى دراسة أجريت على الفلفل واستعمل فيها ألوان مختلفة من الأغطية البلاستيكية للتربة، كان أعلى امتصاص للأشعة الضوئية من الموجات النشطة فى عملية البناء الضوئى (من ٤٠٠–٧٠٠ نانو ميتر nm) بواسطة الأغطية البلاستيكية السوداء اللون. وفى المقابل كان أعلى انعكاس لهذه الأشعة – وكذلك الأشعة الزرقاء (من ٤٠٠–٥٠٠ نانو ميتر) – بواسطة الأغطية البلاستيكية البيضاء، وأقل انعكاس لها بواسطة الأغطية السوداء. أما أعلى انعكاس للأشعة الحمراء ذات الموجات الطويلة والأشعة تحت الحمراء (٧٣٠–٧٤٠/٦٤٠–٦٥٠ نانو ميتر) فكان بواسطة كل من الأغطية الفضية والحمراء (من أعلى) مع Alor (من أسفل). وكانت أعلى نفاذية للأشعة من الموجات النشطة فى عملية

البناء الضوئى والأشعة الزرقاء من خلال الأغطية البلاستيكية الشفافة. وكانت أعلى درجة حرارة للتربة تحت كل من الأغطية السوداء، والأغطية الحمراء (من أعلى) مع Alor (من أسفل)، بينما كانت أقل حرارة للتربة تحت الأغطية البيضاء، وهى التى أعطت كذلك أقوى نمو نباتى وأعلى محصول من الفلفل (Hatt وآخرون ١٩٩٤).

كذلك أدى استعمال الأغطية البيضاء أو الفضية إلى زيادة محصول الفلفل المبكر والكلى مقارنة بالكنترول، ومقارنة بمعاملة استعمال غطاء للتربة من قش الأرز، والتى لم يكن لها أى تأثير على المحصول مقارنة بالكنترول. وقد أدى استعمال الأغطية البلاستيكية إلى زيادة كفاءة التسميد (Vos & Sumarni ١٩٩٧).

كما أدى استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة إلى تبكير الإنتاج بنحو ٢١ يومًا مقارنة بالكنترول، وكان أعلى محصول عندما استعمل غطاء بلاستيكى أزرق اللون، مقارنة باستعمال غطاء أخضر أو أسود اللون، وصاحب ذلك أفضل نمو نباتى من حيث قطر الساق وطول النبات (Flores-Velasques & Ibarra ١٩٩٨).

تأثير الغطاء البلاستيكى للتربة على الإصابات المرضية

أدى استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة إلى زيادة إصابة النباتات بالفطر *Phytophthora capsici* مقارنة بما كان عليه الحال فى معاملات الأغطية العضوية للتربة (قشارة الخشب، أو كومبوست من مخلفات المجارى مع نواتج تقليم النباتات، أو كومبوست من القمامة)، وعلى الرغم من ذلك .. فإن محصول الفلفل كان أعلى عند استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة عما كان عليه الحال عندما استعملت أى من الأغطية العضوية للتربة (Roe وآخرون ١٩٩٤).

الزراعة تحت الأنفاق

يستجيب الفلفل للزراعة تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة فى الجو البارد، وخاصة إذا صاحبها استعمال أغطية بلاستيكية للتربة أيضًا (Dainello & Heineman ١٩٨٧) لكن يتعين – فى هذه الحالة – تجنب زراعة الأصناف ذات النمو القوى الشجيرى القائم، لكى لا يصل ارتفاع النباتات إلى قمة النفق قبل حلول الجو الدافئ،

والا لزم حين وصول النباتـات إلى هـذا القـدر مـن النمـو الاكتفـاء باسـتعمال الغطـاء كساتر ضد الهواء البارد من أعلى النباتات، ومن الجانب الذى تهب منه الرياح فقط.

إقامة الأنفاق

تثبت الأنفاق حول أقواس من السلك المجلفن الذى يكون بقطر ٥ سم، ويشكل على شكل نصف دائرة بالقطر المرغوب.

يتم إعداد الأرض للزراعة قبل إقامة الأنفاق، كما يتم مدّ خراطيم الرى بالتنقيط، ويجب أن يؤخذ فى الحسبان أن تكون الأنفاق فى اتجاه الريح السائدة، وخاصة الريح القوية، ويفضل أن تكون فى وضع يسمح بتعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس.

يتم الشتل قبل إقامة الأنفاق مباشرة، أو بنحو ٣-٤ أسابيع حسب موعد الزراعة ودرجة الحرارة السائدة، وتكون المسافة بين خطوط الزراعة حوالى ١٥٠ سم، مع ترك مسافة ٥٠ سم بين النباتات فى الخط الواحد.

وعند بناء الهيكل يتم تشكيل أقواس السلك المجلفن، مع عمل حلقة صغيرة تبعد عن كل من طرفيه بنحو ١٥ سم، ثم تغرس فى الأرض حتى موضع الحلقات، على أن يكون الغرس بميل فى اتجاه مركز النفق لأجل زيادة مقاومة النفق للرياح، ويتراوح طول السلك المكون للقوس من ٢٠٠ سم للأنفاق التى يبلغ عرضها عند القاعدة ٨٠ سم إلى ٢٤٠ سم بالنسبة للأنفاق التى يبلغ عرضها عند القاعدة مترًا واحدًا، وإلى نحو ٢٧٥ سم للأنفاق التى يكون عرضها عند القاعدة ١٢٠ سم، ولكنها تكون - غالبًا - بطول ٢٢٠ سم. وتثبت الأقواس على مسافة ٣ أمتار من بعضها البعض فى الظروف العادية، وكل ١,٥م عندما يُتوقع هبوب رياح قوية. وتربط الأقواس معًا بخيط رفيع (دوبارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكى عليها.

وعند وضع الغطاء البلاستيكى يربط أحد طرفيه حول وتد عند إحدى نهايتى النفق، ثم يفرد البلاستيك تدريجيًا فوق الأقواس، ويربط بوتد آخر من الناحية الأخرى للنفق، كما يتم الترديم جيدًا على البلاستيك بامتداد جانبى النفق. ويراعى وضع البلاستيك أثناء ارتفاع درجة الحرارة لكى يكون متمددًا؛ فلا يحدث له ارتخاء بعد تثبيته.

يُشد البلاستيك على الأقواس – فى المناطق التى تسودها رياح قوية – بواسطة خيوط تمر من خلال الحلقات الموجودة فى الأقواس؛ بحيث تكون الخيوط متقاطعة وعلى شكل حلزونى، وقد تكون متقابلة. ويعمل ذلك على منع خفقان غطاء البلاستيك أو طيرانه بفعل الرياح القوية، كما يُسهّل عملية التهوية فى الأيام المشمسة؛ برفع البلاستيك إلى أعلى، وتحريكه بين الأقواس والخيوط.

كما قد يُثبّت البلاستيك بوضع أقواس سلكية فوقه كل ٦–٨ أمتار، بخلاف الأقواس التى يستند عليها البلاستيك ذاته.

ويفضل ألا يزيد طول النفق على ٣٠ مترًا، ويكون عرضه عند القاعدة حوالى ١٠٠ سم، وارتفاعه ٥٥ سم.

ويستخدم للأنفاق بلاستيك بعرض ١٦٠ سم –٢٤٠ سم، وسمك ٥٠–١٠٠ ميكرونًا، حيث يقل عرض البلاستيك المستخدم وسمكه كلما قل عرض النفق المقام (تكون الحدود الدنيا من العرض والسُّمك لأحواض الشتلة الضيقة التى يبلغ عرضها ٦٠ سم، والحدود القصوى لأنفاق الإنتاج التجارى الواسعة التى يصل عرضها إلى ١١٠–١٢٠ سم.

ويستعمل – عادة – بلاستيك أسود كغطاء للتربة تحت الأنفاق لمنع نمو الحشائش، ولكن إذا أمكن مكافحة الحشائش بوسائل أخرى – مثل المبيدات – فإنه يمكن الاستغناء عن استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة؛ لأنه يزيد من احتمالات إصابة الجذور بالأعفان، وإن لم توجد مشاكل من أى من الحشائش أو أعفان الجذور فإنه يفضل استعمال غطاء بلاستيكى شفاف للتربة؛ لأنه يؤدى إلى زيادة تدفئة التربة؛ وهو ما يتوافق مع احتياجات الفلفل.

وتتطلب إقامة الأنفاق البلاستيكية على مساحة فدان، ما يلى:

٣٠٠ كجم سلك مجلفن سمك ٥ مم (وبطول ٢٢٠ سم لكل قوس).

١٥٠ كجم بلاستيك أسود بعرض ٨٠ سم وسمك ٤٠ ميكرونا، يستعمل كغطاء للتربة.

٣٠٠ كجم بلاستيك شفاف بعرض ٢٢٠ سم وسمك ٦٠ ميكرونا.

١٠ كجم خيط للتربيط (دوبارة).

١٦٠ وتد خشبى لتثبيت نهايات الأنفاق فيها.

هذا .. مع العلم بأن البلاستيك بنوعية الأسود والأبيض يستعمل لمدة موسم واحد فقط، بينما يمكن استعمال خيوط التربيط لمدة موسمين، والأوتاد الخشبية لثلاثة مواسم، والسلك المجلفن – وكذلك شبكة الرى بالتنقيط – لمدة خمس سنوات.

تهوية الأنفاق

تعد تهوية الأنفاق من أهم عمليات الخدمة الزراعية عند الزراعة بهذه الطريقة. ففى حالة إنتاج الشتلات تبدأ تهوية الأنفاق بعد إنبات البذور، ويكون ذلك – عادة – بعد نحو ٣ أسابيع فى الجو البارد، وتجرى التهوية فى الأيام الدافئة بفتح نهايات الأنفاق وقت الظهيرة، ومع تقدم الشتلة فى العمر تزاد فترات التهوية، مع رفع الغطاء من الجوانب تدريجيًا فى الأيام الدافئة، ويراعى رفع الغطاء كلية قبل الشتل بنحو ١٠–١٢ يومًا.

أما بالنسبة للمحصول التجارى .. فإن التهوية تحد من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة داخل النفق نهارًا؛ حيث يكون لارتفاع الحرارة عن ٣٥°م أثرُ سلبىُ على كل من حجم الثمار، وجودتها، ونسبة الصالح منها للتسويق. كما أن التهوية تحد كذلك من ارتفاع الرطوبة النسبية؛ فتقل بالتالى احتمالات الإصابة بالأمراض، كما تقل ظاهرة تكثف بخار الماء على السطح الداخلى للنفق. كذلك تساعد التهوية – كثيرًا – على تلقيح النباتات داخل الأنفاق؛ لأن زهرة الفلفل بحاجة إلى قليل من الاهتزاز بواسطة الرياح، أو بطريقة ميكانيكية، لحدوث التلقيح بصورة جيدة.

وقد تجرى التهوية – فى المناطق القليلة الأمطار – بعمل فتحات دائرية الشكل فى البلاستيك على جانب واحد من النفق أو على جانبيه، حيث تكون متبادلة على الجانبين، وتبعد عن بعضها البعض بنحو ١,٥–٢ م. تكون هذه الفتحات صغيرة فى البداية، حيث لايزيد قطرها على ١٠ سم، ثم يزداد قطرها – تدريجيًا – مع زيادة النمو النباتى، ومع الارتفاع التدريجى فى درجة الحرارة، إلى أن يصل قطرها إلى نحو ٥٠–٦٠ سم، وتكون على شكل دوائر شبه مكتملة ذات قواعد عند سطح التربة. ويشق البلاستيك من أعلى – كذلك – شقوقًا طولية غير متصلة تسمح بالتهوية الجيدة، ولكن مع استمرار المحافظة على النفق البلاستيكى من الانهيار على جانبيه.

تحقق هذه الطريقة فى التهوية المزايا التالية

١ - تسهيل مكافحة الآفات من خلالها.

٢ - توفير الجهد اليومى الذى يبذل فى عملية التهوية

٣ - تقليل احتمالات انهيار الأنفاق لدى تعرضها لرياح قوية.

ويمكن الاستغناء عن عملية التهوية المجهدة والمكلفة باستعمال أغطية ذاتية التهوية تحتوى على فتحات طولية ضيقة Slitted، أو ثقوب دقيقة Perforated موزعة توزيعًا متجانسًا على كل الشريحة البلاستيكية، ولكن يجب أن تراقب الحرار جيدًا داخل هذه الأنفاق حتى لا ترتفع كثيرً فى الأيام الحارة؛ الأمر الذى يؤدى إلى ضعف العقد وانخفاض المحصول، إلا أن فائدتها أو ضررها يتوقفان على درجة الحرارة السائدة خلال فترة استعمالها.

هذا .. وتُزال الأنفاق تمامًا، وتكشف النباتات عند ارتفاع درجة الحرارة وزوال خطر تعرضها للصقيع، ويكون ذلك - عادة - خلال الأسبوع الثانى أو الثالث من شهر مارس. وكمرحلة أولى خلال هذه الفترة الحرجة التى تسودها الرياح - عادة - يمكن إدارة الأقواس السلكية بمقدار ٩٠°م، لتصبح فى محاذاة خط الزراعة، ثم طى الغطاء البلاستيكى للنفق عليها لتستخدم كمصدٍ فعّالٍ للرياح.

تأثير الغطاء البلاستيكى على الفلفل

أوضحت الدراسات التى استعملت فيها الأغطية البلاستيكية للأنفاق، سواء أكانت مثقبة perforated (Rumpel & Grudzien ١٩٩٠)، أم مشقوقة طوليًا (Gay وآخرون ١٩٩٢أ) أنها تؤدى إلى زيادة كل من المحصول المبكر والكلى للفلفل، على الرغم من أن دراسات أخرى (Gay وآخرون ١٩٩٢ب) أوضحت أن الأغطية البلاستيكية تؤدى إلى تبكير تفتح الأزهار، ولكن مع تأخير الحصاد من العقد الأولى بسبب إطالتها لفترة نضج الثمار، بينما هى لا تؤثر على المحصول الكلى.

وبالمقارنة .. وجد Waterer (١٩٩٢) فى كندا أن استعمال أغطية البوليثيلين المثقبة فى تغطية الأنفاق جعلت نباتات الفلفل أكثر حساسية للصقيع، وأدت - فى أحيان كثيرة - إلى نقص المحصول مقارنة بالزراعات المكشوفة.

تأثير أغطية البولى بروبلين والبوليسترين على الفلفل

أدى استعمال أغطية البولى بروبلين إلى زيادة المحصول المبكر والكلى للفلفل (Rumpel & Grudzien ١٩٩٠)، كما وفر استعمال أغطية البروليستر غير المنسوجة حماية للفلفل من الصقيع لعدة درجات، وأدى إلى إسراع النضج وزيادة المحصول الكلى مقارنة بالنباتات المكشوفة (Waterer ١٩٩٢).

كذلك ازداد محصول الفلفل الصالح للتسويق - المبكر منه والكلى - باستعمال أغطية البولى بروبلين غير المنسوجة، وكان ذلك مصاحبًا بنقص واضح فى معدلات إصابة الثمار بكل من لسعة الشمس وتعفن الطرف الزهرى، وخاصة فى بداية فترة الحصاد (Alexander & Clough ١٩٩٨). ويبدو أنه بالإضافة إلى التظليل البسيط الذى يوفره غطاء البولى بروبلين والذى يحمى الثمار من الإصابة بلسعة الشمس (Roberts & Anderson ١٩٩٤)، فإن الغطاء يحمى النباتات من الرياح القوية الجافة؛ الأمر الذى يقلل من تعرضها للإصابة بتعفن الطرف الزهرى.

ولمزيد من التفاصيل عن كل من أغطية التربة وأغطية النباتات بمختلف أنواعها .. يراجع حسن (١٩٩٨).

الزراعة تحت شِباك التظليل

أدى تثبيت شباك التظليل - أفقيًّا - أعلى نباتات الفلفل إلى تقليل تعرضها لأخطار الصقيع، وذلك بتقليل الشباك لفقد الإشعاع ذات الموجات الضوئية الطويلة (الأشعة تحت الحمراء) الذى يصدر عن التربة ليلاً، حيث يبقى حول نباتات الفلفل بدلاً من تسربه إلى الفضاء، الأمر الذى يؤدى إلى رفع حرارة الهواء المحيط بالنباتات، مقارنة بحرارة الهواء المحيط بالنباتات غير المغطاة بشباك التظليل. ويتوقف مقدار هذا التأثير على نسبة التظليل التى توفرها الشباك، وهى التى كلما زادت كلما أدت إلى خفض حرارة النباتات نهارًا، وتقليل الفقد الحرارى ليلاً (Teitel وآخرون ١٩٩٦).

الرى

يجب توفير الرطوبة الأرضية بالقدر المناسب خلال مراحل نمو النبات. ويؤدى

تأخير الرى، خاصة فى الجو الحار إلى سقوط الأزهار، وصغر حجم الثمار الحديثة العقد، ولا تستعيد النباتات نموها القوى بعد فترات الجفاف الطويلة، كما أن زيادة الرى تؤدى إلى اتجاه النباتات نحو النمو الخضرى. ويؤدى استمرار زيادة الرى عن المستوى المناسب إلى نشاط الفطريات التى تسبب أعفان الجذور مثل *Phytophthora*، وانهيار النباتات عند عدم توفر الأكسجين للجذور.

وقد وجد أن تعريض النباتات الصغيرة لفترات طويلة من الشدّ الرطوبى يؤثر سلبيًا – بدرجة كبيرة – على كل من النمو النباتى والمحصول (Techawongstien وآخرون ١٩٩٢). هذا بينما يؤثر الشدّ الرطوبى فى بداية مرحلة عقد الثمار تأثيرا سلبيًا على كل من حجم الثمار وعددها، وذلك مقارنة بالشدّ الرطوبى فى أى من مرحلة النمو الخضرى، أو الإزهار، أو نمو الثمار (Katerji وآخرون ١٩٩٣).

وقد كان محصول الفلفل ودرجة استفادته من مياه الرى أعلى ما يمكن بالرى الخفيف المتكرر (كلما زاد الشدّ الرطوبى عند عمق ١٠ سم عن ٢٥ كيلو باسكال kPa)، مقارنة بالرى على فترات متباعدة (كلما زاد الشدّ الرطوبى عند عمق ١٠ سم عن ٥٠، أو ٧٥ كيلو باسكال) (Smittle وآخرون ١٩٩٤)

ويؤدى إعطاء نباتات الفلفل كفايتها من مياه الرى بانتظام إلى زيادة المحصول وزيادة استفادة النباتات من مختلف العناصر المغذية (الكبرى والصغرى) (Simmone وآخرون ١٩٩٨).

ولم يكن للشدّ الرطوبى المعتدل تأثيرًا يذكر على نباتات الفلفل، إلا أن تعريضها لفترات طويلة من الشدّ الرطوبى الشديد أدى إلى سقوط البراعم الزهرية والثمار الصغيرة، ونقص حجم الثمار، وزيادة معدلات الإصابة بتعفن الطرف الزهرى، ونقص المحصول (Rubino وآخرون ١٩٩٣)

وتختلف أصناف الفلفل فى مدى كفاءتها فى الاستفادة من الماء المتاح لها (Water Use Efficiency)، ويوجد ارتباط إيجابى بين تلك الخاصية وبين صفة الكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate (Toyota وآخرون ١٩٩٥).

وعندما يكون الرى بالتنقيط، فإن كثافة النمو الجذرى تقل مع التعمق فى التربة، وخاصة بعد عمق ٢٠ سم (Morita & Toyota ١٩٩٨).

هذا .. وقد وجد Nitzsche وآخرون (١٩٩١) أن رش شتلات الفلفل بكل من فوليكوت Foliocote (وهو مستحلب بارفين شمعى) بتركيز ٥٪ والمادة الناشرة اللاصقة بيوفيلم Biofilm بتركيز ٠,٥٪ كان فعالاً – لعدة أيام – فى خفض حدة الشد الرطوبى الذى تعرضت له النباتات بعد الشتل.

ومن جهة أخرى .. أوضحت دراسات Perry وآخرون (١٩٩٢) التى عاملوا فيها نباتات الطماطم والفلفل بمضاديين للنتح، هما: Frost Free (يحتوى على ٥٠٪ polyoxyethylene، و ٥٠٪ propylene glycol)، و Vapor Gard (يحتوى على ٩٦٪ Pinolene – وهو terpenic polymer – و ٤٪ مادة خاملة) أن المعاملة بأى منهما لم توفر أى حماية للنباتات من الصقيع، كما لم تؤثر على المحصول لا فى الظروف العادية، ولا تحت ظروف التعرض للصقيع.

التسميد

يستجيب الفلفل للتسميد الآزوتى المناسب، ذلك لأن النباتات يجب أن تنمو مبكرة وبصورة جيدة بعد الشتل، وإلا فإنها تبدأ فى الإزهار وعقد الثمار وهى مازالت صغيرة. ويؤدى ذلك إلى ضعف نمو النباتات فلا تصل إلى الحجم المناسب الذى يلزم لإعطاء محصول جيد.

العناصر الغذائية، وأهميتها، واحتياجات نبات الفلفل منها

النيتروجين

يؤدى نقص النيتروجين إلى ضعف نمو النباتات وتقزمها، واصفرار الأوراق، مع ظهور بعض الاصفرار فى الثمار الخضراء، وضعف العقد، وقلة عدد الثمار المنتجة، ونقص المحصول. وعلى الرغم من تناسب المحصول طرديًا مع زيادة التسميد الآزوتى، فإن زيادته عن اللازم يؤدى إلى نقص المحصول المنتج. حدث ذلك عند زيادة مستوى التسميد الآزوتى عن ١٣٥ كجم نيتروجينًا للهكتار (٥٨ كجم للفدان) فى إحدى

الدراسات، وعن ٣٣٦ كجم للهكتار (١٤١ كجم للفدان) فى دراسة أخرى. ويتوقف الأمر على عوامل كثيرة من أهمها خصوبة التربة، والصنف، وطريقة التسميد .. إلخ.

وقد تراوح المدى الطبيعى لمستوى النيتروجين فى الأوراق - فى إحدى الدراسات - بين ٥,٤، و ٥,٦٪ بعد ٤ أسابيع من الشتل، وارتفع إلى ٦-٦,٤٪ عند عمر ٦ أسابيع بعد الشتل، ثم انخفض إلى ٤,٢-٤,٧٪ عند عمر ١٢ أسبوعًا. وظهر هذا الاتجاه واضحًا كذلك فى دراسة أخرى كان فيها مستوى النيتروجين الطبيعى فى الأوراق ٣,١٪ عند الشتل، وبلغ أعلى مستوى له - وهو ٥٪ - بعد ٦ أسابيع من الشتل، ثم انخفض تدريجيًّا بعد ذلك إلى أن وصل إلى أدنى مستوى له - وهو ٢,٩٪ - عند عمر ١٦ أسبوعًا. ويتوقف الأمر على مستوى التسميد الآزوتى الذى تعطاه النباتات؛ فمثلاً .. كان مستوى النيتروجين فى المراحل المتقدمة للنمو النباتى (فى آخر تحليل) ٣,٣٪، و ٣,٦٪، و ٤,٢٪ - على التوالى - عندما كان التسميد الآزوتى بمعدل ٥٦، و ١٤٠، و ٢٢٤ كجم/هكتار (٢٣,٥، و ٥٩، و ٩٤ كجم للفدان)، وكان محصول الثمار المقابل لمستويات التسميد الآزوتى ٤,٨، و ٨,٥، و ١٠,١ طن للفدان، على التوالى (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

ويعتبر حد الكفاية من النيتروجين النتراتى فى العصير الخلوى لأعناق أوراق الفلفل هو ١٠٠٠٠ ميكروجرام/جم فى بداية النمو النباتى، و ٥٠٠٠ ميكروجرام/جم فى المراحل المبكرة لعقد الثمار، و ٣٠٠٠ ميكروجرام/جم خلال مراحل الحصاد. وعمومًا .. فإن المستوى يجب ألا ينخفض عن ٤٠٠٠ ميكروجرام/جم خلال فترة الإنتاج الرئيسية من الثمار (عن Hartz وآخرين ١٩٩٣).

وقد اختلفت تقديرات مستوى التسميد الآزوتى المناسب للفلفل فى الأراضى الرملية بين ١٨٠، و ٢٠٠ كجم نيتروجين للهكتار (٧٦، و ٨٤ كجم نيتروجين للفدان، على التوالى). وعلى الرغم من أن زيادة معدل التسميد الآزوتى من ١٣٥ كجم من العنصر للهكتار (٥٧ كجم للفدان) إلى ٢٢٤ كجم للهكتار (٩٤ كجم للفدان) أدت إلى زيادة تركيز العنصر فى الأوراق، إلا أنها لم تؤثر على المحصول (Locasico & Stall ١٩٩٤).

وقد تبين من دراسات المزارع المائية أن نسبة النيتروجين الأمونيومى: النيتروجين

النتراتي التي تعطي أعلى محصول من الفلفل، هي: ١:٩، وأن زيادة نسبة النيتروجين الأمونيومي تدريجيًا حتى ٤:٦ أدت إلى نقص تدريجي مقابل في المحصول، مع زيادة في نسبة الثمار المصابة بتعفن الطرف الزهري (Winsor & Adams ١٩٨٧).

وفي دراسة أخرى (Sarro وآخرون ١٩٩٥) لم تؤثر معاملة التسميد بالأمونيوم مخلوطًا بالنترات، لفترات مختلفة – مقارنة بالتسميد بالنترات فقط – على محصول الفلفل، أو على امتصاص النباتات للنيتروجين الكلي أو البوتاسيوم، إلا أن استعمال الأمونيوم أثر سلبيًا على امتصاص النباتات لكل من النترات، والفوسفور، والكالسيوم والمغنيسيوم من المحاليل المغذية، وازداد التأثير بزيادة فترة التغذية بالأمونيوم.

الفوسفور

تبدو أوراق الفلفل التي تعاني من نقص الفوسفور ضيقة، ولامعة، وذات لون أخضر رمادي، ويصاحب ذلك ضعف عام في النمو. كما يؤدي نقص الفوسفور إلى إنتاج ثمار مشوهة وصغيرة الحجم، مع تأخر في النضج.

تظهر أعراض نقص الفوسفور عندما ينخفض مستوى العنصر في الأوراق إلى ٠,٠٩٪ أو أقل من ذلك. أما المستوى الطبيعي للعنصر فإنه يتراوح بين ٠,٣٠، و ٠,٤٢٪، ولا يزداد المحصول بزيادة مستوى العنصر في الأوراق عن ٠,٦٪ بزيادة مستوى التسميد بالفوسفور.

وفي إحدى الدراسات تناقص مستوى الفوسفور في الأوراق – تدريجيًا – مع تقدم النمو النباتي – من ٠,٣٦٪، إلى ٠,٢٧٪، ثم إلى ٠,١٩٪. وفي دراسة أخرى حدث تناقص في مستوى الفوسفور من ٠,٤٣٪ إلى ٠,٢٧٪ خلال العشرة أسابيع الأولى بعد الشتل، ثم ارتفع مرة أخرى ليبلغ ٠,٤٧٪ عند عمر ١٦ أسبوعًا.

وينخفض مستوى الفوسفور في ثمار الفلفل – خلال المراحل المختلفة لنموها – من ٠,٩٪ في الثمار الأقل من ١,٥ سم طولاً إلى ٠,٣٪ في الثمار الخضراء المكتملة التكوين. كما ينخفض مستوى الفوسفور في الثمار من ٠,٤٤٪ إلى ٠,٣٢٪ خلال فترة الحصاد.

وتحصل الثمار على نحو ٥٨٪ من إجمالي الفوسفور الذي يمتصه النبات في منتصف

موسم النمو، ولكن هذه النسبة تنخفض بعد ذلك نظرًا لتناقص أعداد الثمار التي يحملها النبات في نهاية الموسم .

البوتاسيوم

يؤدى نقص البوتاسيوم إلى اكتساب أوراق الفلفل لونًا برونزيًا، فيما يعرف باسم bronzing. ويزداد هذا التلون البرونزى وضوحًا عندما يصاحب نقص البوتاسيوم زيادة فى النيتروجين. ومع استمرار نقص العنصر يتقزم النمو، وتتكون بقع صغيرة متحللة على امتداد العروق فى الأوراق البرونزية التى سرعان ما تموت.

وتجدر الإشارة إلى أن كلا من نقص البوتاسيوم، و الإفراط فى التسميد البوتاسى يؤديان إلى نقص المحصول، بينما يؤدى التسميد البوتاسى المعتدل إلى زيادة أعداد الثمار، وسمك جدرها، وتحسين نوعيتها، مع زيادة المحصول.

ويزداد مستوى العنصر فى الأوراق وفى الثمار – تدريجيًا – مع كل زيادة فى مستوى التسميد بالبوتاسيوم، وكانت تلك الزيادة – فى إحدى الدراسات – من ١,٢٪ إلى ٤.٦٪ فى الأوراق، ومن ١.٨٪ إلى ٣,٤٪ فى الثمار.

كذلك ينخفض مستوى البوتاسيوم فى الأوراق فى نهاية موسم النمو إلى نحو ٢,٢٪ عندما يكون المحصول عاليًا. وقد تأرجح مستوى العنصر فى الأوراق – فى إحدى الدراسات – بين ١,٩٪ عند الشتل، إلى ٤,٧–٥,٠٪ بعد ٤–٨ أسابيع من الشتل، ثم إلى ٣,١–٣,٤٪ عند عمر ١٢ أسبوعا.

الكالسيوم

يؤدى نقص الكالسيوم إلى تقزم النمو، وتصبح الأوراق خضراء فاتحة، والثمار صغيرة الحجم وخضراء قاتمة كذلك عن اللون العادى. ومع استمرار النقص تبدو الأوراق صغيرة وصفراء اللون وتلتف حوافها إلى أعلى، وتظهر على كثير من الثمار أعراض الإصابة بتعفن الطرف الزهرى.

كانت نسبة الكالسيوم فى النباتات المسمدة جيدًا بالعنصر (١٥٠ جزءًا فى المليون من

الكالسيوم فى المحاليل المغذية) حوالى ١,٢٢٪، مقارنة بنسبة كالسيوم ٠,٦٢٪ فقط فى النباتات التى لم تعط كفايتها من العنصر (٥٠ جزءًا فى المليون من الكالسيوم فى المحاليل المغذية)، وقد بلغ مستوى الكالسيوم فى الثمار عند مستويى التسميد ٠,١٧٪، و ٠,١٣٪، على التوالى، وصاحب المستوى المنخفض ظهور نسبة من الإصابة بتعفن الطرف الزهرى (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

هذا .. وتوجد علاقة عكسية بين محتوى نباتات الفلفل من الكالسيوم وبين محتواها من كل من البوتاسيوم والمغنيسيوم (Yang وآخرون ١٩٩٦).

المغنيسيوم

تظهر أعراض نقص المغنيسيوم بوضوح على الفلفل فى صورة اصفرار بين العروق فى الأوراق السفلى يبدأ من قمة الورقة، مع التفاف الأوراق إلى أعلى، وكذلك تصبح الأوراق سهلة التقصف. وبينما تبقى العروق خضراء اللون، فإنه تظهر بقع متحللة فى المساحات الصفراء من نصل الورقة. وفى حالات النقص الشديدة يتوقف النمو النباتى، وتسقط الأوراق السفلى ويقل كثيرًا إنتاج النبات من الثمار، وتكون الثمار المنتجة صغيرة الحجم.

تحتوى أوراق نباتات الفلفل التى تنمو فى تربة فقيرة فى المغنيسيوم على ٠,١١٪ مغنيسيوم، مقارنة بنسبة ٠,٤٩٪ فى أوراق النباتات المسمدة جيدًا بالعنصر، وكانت المحتويات المقابلة للعنصر فى الثمار ٠,١٣٪، و ٠,١٩٪ فى مستويى التسميد على التوالى؛ مما يعنى أن حالة النقص أثرت على نسبة العنصر فى الأوراق بدرجة أكبر من تأثيرها عليه فى الثمار.

وفى دراسة أخرى كان تركيز العنصر فى أوراق النباتات النامية فى مزرعة رملية ٠,٢٠٪، و ٠,٦٠٪، و ١,٣٧٪ – على التوالى – عندما كان رى المزرعة بمحاليل مغذية احتوت على المغنيسيوم بتركيز ١٠، و ٤٩، و ٢٤٣ جزءًا فى المليون، وكان تركيز المغنيسيوم فى الثمار ٠,٢٠٪، و ٠,٢٢٪، و ٠,٢٧٪ مقابل مستويات التسميد المختلفة؛ الأمر الذى يؤكد تأثر محتوى الأوراق من المغنيسيوم بنقص العنصر بدرجة أكبر من تأثر الثمار.

وعمومًا فإن التركيز الطبيعي للعنصر في أوراق النباتات المسمدة جيدًا بالمغنيسيوم يتراوح بين ٠,٦٥٪، و ٠,٧٢٪، بينما يعني تركيز ٠,٢٥٪ في الأوراق أن النباتات تعاني من نقص العنصر.

هذا .. إلا أن التركيز الطبيعي للمغنيسيوم في الأوراق يختلف باختلاف مرحلة النمو النباتي، فقد كان في إحدى الدراسات ٠,٦٪ عند الشتل، وارتفع إلى ١,٦٪ بعد ١٢ أسبوعًا من الشتل، ثم انخفض إلى ٠,٩٪ في الأسبوع السادس عشر بعد الشتل. وتغير مستوى العنصر في السيقان كذلك بطريقة مماثلة لتغيره في الأوراق، فارتفع من ٠,٦٪ عند الشتل إلى ١,٠٪ بعد ١٢ أسبوعًا من الشتل، ثم انخفض إلى ٠,٥٪ بعد ٤ أسابيع أخرى. أما الثمار فقد انخفض محتواها من العنصر تدريجيًا من ٠,٢٤٪ في بداية موسم الحصاد إلى ٠,١٨٪ في نهايته. ومن إجمالي المغنيسيوم الموجود في النبات، كان حوالي ٥٠-٨٠٪ في الأوراق وأعناقها، وحوالي ١٨-٣٨ في السيقان، وحتى ١٦٪ في الثمار.

وقد أدت زيادة أملاح الصوديوم، أو البوتاسيوم، أو الكالسيوم كمصادر للملوحة في ماء الري إلى خفض مستوى المغنيسيوم في الأوراق من ١,٤٨٪ إلى ١,٠-١,٣٪، بينما أدت إضافة أملاح المغنيسيوم كمصدر للملوحة إلى زيادة نسبة العنصر في الأوراق إلى ٣,١٪ (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

كذلك انخفض تركيز المغنيسيوم في أوراق الفلفل بزيادة مستوى التسميد البوتاسي (Paz وآخرون ١٩٩٦).

الحديد

يؤدي نقص الحديد إلى اصفرار الأوراق الحديثة وانسفاعها، مع توقف النمو، كذلك يتقزم النمو الجذري وتسودّ قمة الجذر النامية.

المنجنيز

يؤدي نقص المنجنيز إلى ظهور تلون أصفر بين العروق في الأوراق الحديثة، ويتوقف النمو. أما الأوراق المسنة فيظهر عليها بقع صفراء اللون، لا تلبث أن تتحلل.

النحاس

يؤدى نقص النحاس إلى التفاف الأوراق الصغيرة، ثم ذبولها، وجفافها. ويبدأ الذبول من حواف الأوراق التى يظهر عليها تبرقش خفيف. ويتراوح المستوى الطبيعى للعنصر فى ثمار الفلفل بين ٢٦، و ٣١ ميكروجرامًا/جم.

الزنك

يؤدى نقص الزنك إلى تلون نصل الأوراق الحديثة بين العروق باللون البرونزى وسقوط الأوراق. ويتراوح المستوى الطبيعى للزنك فى ثمار الفلفل بين ٤٣، و ٥٢ ميكروجرامًا/جم.

البورون

يؤدى نقص البورون إلى التفاف الأوراق الصغيرة ثم سقوطها، مع تقزم النمو. أما زيادة البورون فإنها تؤدى إلى توقف نمو حواف الأوراق الكبيرة والتفافها إلى أسفل، واحتراقها، مع توقف النمو بنسبة تزداد تدريجيًا من حوالى ٩٪ عند تركيز ٥ أجزاء فى المليون من البورون فى المحلول المغذى إلى ٢٨٪ عند تركيز ١٠ أجزاء فى المليون، و ٥١٪ عند تركيز ١٥ جزءًا فى المليون، وإلى ٧١٪ عند تركيز ٢٥ جزءًا فى المليون من البورون فى المحلول المغذى (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

ويزداد تركيز العنصر فى أوراق الفلفل بزيادة مستوى التسميد بالبورون (Paz وآخرون ١٩٩٦)

الموليبدنم

يؤدى نقص المولیبدنم إلى ظهور تآكل وتبرقش غير منتظم فى حواف الأوراق (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

الاحتياجات السمادية من العناصر الكبرى

تعرف الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

يفيد تحليل النبات فى تحديد مدى الحاجة إلى التسميد. ويبين جدول (٢-١) الموعد المناسب لإجراء التحليل ومستويات نقص وكفاية عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم فى كل موعد (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠). كذلك يوضح جدول (٢-٢) المستوى الطبيعى

من النيتروجين والبوتاسيوم فى مراحل النمو المختلفة وبطرق التقدير المختلفة (عن Hartz & Hochmuth ١٩٩٦).

جدول (٢-١): مستويات نقص وكفاية عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم فى الفلفل عند إجراء التحليل فى مواعيد مختلفة[1].

الأصناف	موعد التحليل	العنصر وصورته		مستوى تركيز العنصر فى حالة[2]	
				النقص	الكفاية
الحلوة	النمو المبكر	ن أ٣	NO_3	٨٠٠٠	١٢٠٠٠
		فو أ٤	PO_4	٢٠٠٠	٤٠٠٠
		بو	K	٤	٦
	بداية عقد الثمار	ن أ٣	NO_3	٣٠٠٠	٥٠٠٠
		فو أ٤	PO_4	١٥٠٠	٢٥٠٠
		بو	K	٣	٥
الحريفة	النمو المبكر	ن أ٣	NO_3	٥٠٠٠	٧٠٠٠
		فو أ٤	PO_4	٢٠٠٠	٣٠٠٠
		بو	K	٤	٦
	بداية عقد الثمار	ن أ٣	NO_3	١٠٠٠	٢٠٠٠
		فو أ٤	PO_4	١٥٠٠	٢٥٠٠
		بو	K	٣	٥

(١) أجريت التحاليل على عنق أحدث ورقة مكتملة النمو.

(٢) تركيز العناصر بالجزء فى المليون فى حالتى النيتروجين والفوسفور، وكنسبة مئوية من الوزن الجاف فى حالة البوتاسيوم.

جدول (٢-٢): المستوى الطبيعى (مستوى الكفاية) من النيتروجين، والبوتاسيوم فى مختلف مراحل النمو النباتى فى الفلفل

مرحلة النمو	عصير أعناق الأوراق (مجم/لتر)		الأوراق الكاملة (جم/كجم وزن جاف)	
	النيتروجين النتراتى	البوتاسيوم	النيتروجين	البوتاسيوم
ظهور البراعم الزهرية الأولى	١٤٠٠-١٦٠٠	٣٢٠٠-٣٥٠٠	٤٥-٥٠	٥٠-٦٠
تفتح الأزهار الأولى	١٤٠٠-١٦٠٠	٣٠٠٠-٣٢٠٠	٤٠-٤٥	٤٥-٥٠
منتصف نمو الثمار الأولى	١٢٠٠-١٤٠٠	٣٠٠٠-٣٢٠٠	٤٠-٤٥	٤٠-٥٠
الحصاد الأول	٨٠٠-١٠٠٠	٢٤٠٠-٣٠٠٠	٣٥-٤٠	٣٥-٤٥
الحصاد الثانى	٥٠٠-٨٠٠	٢٠٠٠-٢٤٠٠	٢٥-٣٠	٣٠-٤٠

تعد هذه التقديرات – التى ترتبط نتائجها فى طريقتى التقدير – أعلى نسبيًا عن التقديرات المماثلة فى عديد من محاصيل الخضر الأخرى (Hochmuth ١٩٩٤).

استجابة الفلفل للتسميد

تختلف كميات العناصر السمادية التى ينصح بها للفلفل اختلافًا كبيرًا فى الظروف المختلفة، فهى تبلغ على سبيل المثال نحو ٨٠ كجم N، و ٤٥ كجم P_2O_5، و ٣٠ كجم K_2O للأيكر (يساوى فدان تقريبًا) فى كاليفورنيا، ونحو ١٠٠ كجم N، و ٧٢ كجم P_2O_5، و ١٠٠ كجم K_2O فى فلوريدا، ونحو ٥٧ كجم N، و ١٠٠ كجم P_2O_5، و ١٠٠ كجم K_2O فى الولايات الأمريكية الشرقية (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

ونجد أنه فى مقابل كل طن من الثمار التى تنتجها النباتات، فإنها تمتص ٣–٣,٥ كجم من النيتروجين، و ٠,٨–١,٠ كجم من الفوسفور (P)، و ٥–٦ كجم من البوتاسيوم (K)، علمًا بأن الثمار يصلها عادة حوالى ٤٥–٦٠٪ من النيتروجين الكلى الممتص، و ٥٠–٦٠٪ من الفوسفور الكلى، و ٥٥–٧٠٪ من البوتاسيوم الكلى. وفى غياب العوامل الأخرى التى يمكن أن تؤثر فى النمو النباتى والمحصول، فإنه يوجد ارتباط قوى بين امتصاص العناصر والمحصول.

وتزداد حاجة نباتات الفلفل لعناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم من بعد تفتح الأزهار الأولى بنحو ١٠ أيام وحتى نضج الثمار.

ويفضل الفلفل الصورة النتراتية للنيتروجين، حيث يقل المحصول بزيادة نسبة النيتروجين الأمونيومى إلى النيتروجين النتراتى فى الأسمدة المضافة (Hegde ١٩٩٧).

وقد كان أعلى إنتاج من الفلفل بأفضل نوعية من الثمار عندما كان التسميد الآزوتى – مع الرى بالتنقيط – بمعدل ٢٥٢ كجم للهكتار (١٠٦ كجم للفدان). وقد كانت إضافة هذه الكمية من العنصر فى ٨–١٠ جرعات أسبوعية متساوية فى صورة مخلوط من اليوريا ونترات الأمونيوم، مع بدء التسميد عند بداية معاودة النباتات لنموها بعد الشتل. وقد حافظ هذا المستوى المرتفع من التسميد الآزوتى على تركيز يزيد عن ٥٠٠٠ ميكروجرام/جم من النيتروجين النتراتى فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق حتى

بداية المراحل المبكرة لفترة الحصاد الرئيسية. كما وُجد ارتباط عال بين مستوى النيتروجين المقدر بهذه الطريقة باستعمال جهاز صغير يعمل بالبطارية، وبين مستوى النيتروجين المقدر بطرق التحليل التقليدية في المختبر. أما مستوى الكلوروفيل المقدر بجهاز صغير يعمل بالبطارية – كذلك – فلم يكن مرتبط بتركيز النيتروجين في الأوراق (Hartz وآخرون ١٩٩٣).

وفي أرض رملية طميية كان أعلى محصول من الفلفل عند التسميد – مع مياه الري بالتنقيط – بمعدل ٧١ كجم من كل من النيتروجين، والفوسفور (P_2O_5)، والبوتاسيوم (K_2O) للفدان (Storlie وآخرون ١٩٩٥).

وتبعًا لـ Csizinszky (١٩٩٧) فإن الفلفل النامي في أرض رملية مع استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة والري بالتنقيط ليس بحاجة إلى التسميد بالفوسفور مع مياه الري أثناء النمو النباتي متى كان محتوى التربة من الفوسفور (P) المستخلص بطريقة Mehlich-1 لا يقل عن ٢١ مجم/كجم من التربة؛ الأمر الذي يمكن تحقيقه بإضافة سماد السوبر فوسفات بالقدر الكافي قبل الزراعة.

وأوضحت دراسات Ombodi وآخرون (١٩٩٨) أن نباتات الفلفل يمكنها الحصول على كافة احتياجاتها من العناصر الغذائية بتسميدها مرة واحدة قبل الزراعة بسماد بطئ التيسر مغطى بالبوليولفين Polyolefin Coated Fertilızer. كانت النباتات المسمدة بهذه الطريقة أطول، وكان محصولها المبكر والكلي أعلى عن النباتات التي أعطيت عدة دفعات من الأسمدة العادية.

وقد ازداد محصول الدرجة الفاخرة Fancy Grade من كل من محصول القطفة الأولى والمحصول الكلي، وكذلك محصول الدرجة الأولى من القطفة الأولى .. ازداد خطيًّا مع زيادة معدل التسميد بالكالسيوم، وصاحب ذلك انخفاض في معدل إصابة الثمار بكل من تعفن الطرف الزهري، ولسعة الشمس (Alexander & Clough ١٩٩٨).

برنامج تسميد الفلفل في الأراضي الصحراوية

تعد جميع الأراضي الصحراوية فقيرة – بطبيعتها – من حيث محتواها من المادة

العضوية، والعناصر الغذائية التى تحتاج إليها النباتات، مع انخفاض سعتها التبادلية الكاتيونية بشدة، وارتفاع نفاذيتها للماء بدرجة كبيرة؛ لذا .. فإن نجاح زراعة الفلفل فى هذه الأراضى يتوقف على التسميد الجيد الذى يجب أن يراعى فيه ما يلى:

١ – الاهتمام بالتسميد العضوى لبناء التربة، وزيادة سعتها التبادلية الكاتيونية وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.

٢ – رفع معدلات التسميد الكيميائى لتعويض النقص الحاد فى خصوبة التربة.

٣ – إعطاء الأسمدة فى جرعات صغيرة على فترات متقاربة لتجنب فقدها بالرشح.

٤ – الاهتمام بالتسميد بالعناصر الدقيقة إما فى صورة مخلبية – لكى لا تثبت فى التربة القلوية والجيرية – وإما رشًا على الأوراق.

ونظرًا لأن معظم زراعات الفلفل فى الأراضى الصحراوية تروى بطريقة التنقيط؛ لذا .. فإننا نوجه جُلَّ اهتمامنا إلى كيفية التسميد من خلال شبكة الرى بالتنقيط، مع الإشارة إلى كيفية التسميد – عند اتباع طريقتى الرى السطحى والرى بالرش – فى نهاية هذا الجزء.

أولاً: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط

١ – أسمدة تضاف قبل الزراعة:

يضاف السماد العضوى فى فج المحراث (موقع المصاطب فيما بعد) بمعدل ٢٠–٣٠م^3 من السماد البلدى (سماد الماشية)، والأفضل إضافة ١٥م^3 سمادًا بلديًا مع نحو ٨م^3 من سماد الكتكوت (مخلفات الدواجن). ويفضل – تجنبا لمشاكل الحشائش والتلوث بالنيماتودا ومسببات الأمراض – عدم إضافة أية أسمدة بلدية، مع استعمال نحو ١٥م٣ من سماد الكتكوت للفدان.

ويضاف إلى السماد العضوى – قبل إقامة المصاطب – مخلوط من الأسمدة الكيميائية، كما يلى:

العنصر	صورة العنصر	الكمية (كجم)	السماد المفضل
النيتروجين	N	٢٠	سلفات النشادر
الفوسفور	P_2O_5	٤٥	السوبر فوسفات

العنصر	صورة العنصر	الكمية (كجم)	السماد المفضل
البوتاسيوم	K_2O	٢٠	سلفات البوتاسيوم
المغنيسيوم	MgO	٥	سلفات المغنيسيوم
الكبريت	S	٥٠	كبريت زراعى

يكون الهدف الأساسى من إضافة الكبريت خفض pH التربة فى منطقة نمو الجذور، وليس التسميد بالكبريت؛ نظرًا لأن النبات يحصل على حاجته من عنصر الكبريت من مختلف الأسمدة السلفاتية، ومن السوبر فوسفات، والجبس الزراعى. وبعض المبيدات.

٢ – أسمدة عناصر أولية تضاف مع مياه الرى بعد الزراعة:

أ – كميات الأسمدة:

يستمر تسميد الفلفل بعد الشتل بالعناصر الأولية. وهى النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم. ويسمد الفدان الواحد بنحو ١٠٠ كجم نيتروجينًا (N)، و ٣٠ كجم فوسفورًا (P_2O_5)، و ١٠٠ كجم بوتاسيوم (K_2O).

هذا . وتحصل النباتات على كميات من النيتروجين من حامض النيتريك الذى قد يستخدم بتركيز منخفض فى إذابة الأملاح التى تسد النقاطات، أو لإذابة سلفات البوتاسيوم، ومن نترات الجير أو نترات الكالسيوم التى قد تستخدم كمصدر إضافى للكالسيوم، ويجب احتساب تلك الكميات من كمية النيتروجين الكلية الموصى بها للفدان

ب – توقيت بداية التسميد.

يعمد الكثيرون إلى تأخير بداية التسميد إلى حين مرور أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع على الشتل اعتمادًا على ما يتوفر فى التربة من أسمدة سبقت إضافتها قبل الزراعة، وربما محاكاة لما يكون عليه الحال فى الأراضى الثقيلة، إلا أن الجذور لا تصل إلى هذه الأسمدة قبل مرور أسبوعين على الشتل؛ وبذا .. فهى لا تستفيد منها خلال تلك الفترة، كما أن الأراضى الصحراوية تعد فقيرة جدًا فى محتواها من العناصر الغذائية إذا ما قورنت بالأراضى الثقيلة؛ ولذا . فإن التسميد يجب أن يبدأ فى الأراضى الصحراوية بمجرد معاودة النباتات لنموها، ويكون ذلك – عادة – بعد نحو ٣–٧ أيام من الشتل.

جـ - اختيار الأسمدة المناسبة:

(١) الأسمدة الآزوتية:

تستخدم اليوريا ونترات الأمونيوم (بنسبة ١ : ١) كمصدر للنيتروجين خلال الشهر الأول بعد الزراعة، ثم تستخدم نترات الأمونيوم منفردة، أو بالتبادل مع سلفات الأمونيوم بعد ذلك. ولا يوصى بالتسميد باليوريا إذا ارتفعت حرارة الجو عن ٢٥°م. وبالإمكان رش النباتات باليوريا - يوميًا - بتركيز ٠,٢٪؛ بهدف توفير علاج سريع لحالات نقص الآزوت؛ نظرًا لسرعة امتصاصها ووصولها إلى جميع أجزاء النبات فى خلال ٢٤ ساعة من عملية الرش.

(٢) الأسمدة الفوسفاتية:

يستخدم سوبر فوسفات الكالسيوم العادى أو السوبر فوسفات الثلاثى كمصدر للفوسفور فى حالة التسميد الأرضى (ويفضل السوبر فوسفات العادى)، بينما يستخدم حامض الفوسفوريك فى حالة التسميد مع ماء الرى، حيث تقل فرصة تثبيت الفوسفور المضاف إليه، لأن حامض الفوسفوريك يعمل على خفض pH ماء الرى؛ الأمر الذى يمنع ترسيب الفوسفور حتى مع وجود الكالسيوم فى ماء الرى.

وعلى الرغم من أن الفوسفور المضاف مع مياه الرى يبقى فى التربة قريبًا من النقاطات - مما يعنى عدم تعرض كل المجموع الجذرى للنبات إلى الفوسفور المضاف - إلا أن ذلك يكون كافيًا لقيام النباتات بامتصاص حاجتها من العنصر.

(٣) الأسمدة البوتاسية:

تستخدم سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم. وإذا وجدت صعوبة فى إذابتها فى مياه الرى فإنه يحسن خلطها جيدًا مع حامض النيتريك التجارى (المخفف بالماء) بنسبة ٤ من السماد إلى ١ من الحامض التجارى. يترك المخلوط يومًا كاملاً إلى أن تترسب كل الشوائب المختلطة بسماد سلفات البوتاسيوم، ثم يؤخذ الرائق للتسميد به.

وإذا لم يتوفر حامض النيتريك لإذابة سلفات البوتاسيوم فإنه يمكن استعمال حامض الكبريتيك التجارى المركز فى تحضير محلول سمادى يحتوى على كل من النيتروجين والبوتاس (K_2O) بنسبة ١ : ١,٥ (وهى النسبة المناسبة للتسميد بها ابتداء من الأسبوع

التاسع بعد الشتل وإلى قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين) مع إضافة الفوسفور – بالنسبة المرغوبة – إلى هذا المخلوط ليصبح سمادًا كاملاً، ويجرى ذلك على النحو التالى:

• يضاف ٢٠ لترًا من حامض الكبريتيك المركز إلى برميل يتسع لنحو ٢٠٠ لترًا، ويحتوى على ٦٠ لترًا من الماء. تكون إضافة الحامض إلى الماء بصورة تدريجية، وببطء شديد، مع التقليب المستمر، ويحظر إجراء العكس (أى يحظر إضافة الماء إلى الحامض المركز)، لما ينطوى عليه ذلك من خطورة على القائمين بهذه العملية.

• يضاف ٥٠ كجم من نترات النشادر إلى الحامض المخفف مع التقليب المستمر.

• يضاف إلى المحلول المتكون ٥٠ كجم من سلفات البوتاسيوم مع التقليب المستمر.

• يضاف إلى المحلول الناتج ٤/٣–١,٥ لتر من حامض الفوسفوريك مع التقليب المستمر، علمًا بأن الكمية المستعملة منه تقل تدريجيًا إلى أن تصل إلى الحد الأدنى ٤/٣ لتر) قرب انتهاء موسم الحصاد.

• يضاف الماء لإكمال حجم المحلول الناتج إلى ٢٠٠ لتر.

• تكشط الرغوة والأملاح التى تتجمع على سطح المخلوط.

يكفى المحلول السمادى الناتج من هذه العملية لتسميد فدان من الفلفل بعناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم لمدة حوالى ١٥ يومًا، وقد تستعمل لتسميد ١٥ فدانًا لمدة يوم واحد .. وهكذا.

أما إذا لم يرغب المنتج فى إجراء ما تقدم بيانه فإنه يفضل استعمال أحد الأسمدة السائلة كمصدر للبوتاسيوم.

وبالنظر إلى أن ما يوجد فى هذه الأسمدة من عنصر البوتاسيوم يكون جاهزًا لامتصاص النبات مباشرة، ولا يفقد منه شئ؛ لذا .. يمكن – عند استخدامها – خفض كمية البوتاسيوم (K_2O) الموصى بها إلى الثلثين؛ فيستعمل منها ما يكفى لإضافة نحو ٧٠ كجم من K_2O للفدان مع ماء الرى، بالإضافة إلى الـ ٢٠ كجم الأخرى التى تضاف فى باطن الخط قبل الزراعة.

وحتى إذا استعملت سلفات البوتاسيوم فى التسميد فإن إضافة جزء من البوتاسيوم فى صورة سماد بوتاسيوم سائل يعد أمرًا مرغوبًا فيه؛ ولذا .. يوصى بالتسميد بنحو لتر من أحد هذه الأسمدة البوتاسية السائلة ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، مع تخفيض الكمية المستعملة منها – تدريجيًّا – ابتداء من الأسبوع الخامس عشر بعد الشتل.

د – توزيع كميات الأسمدة على موسم النمو:

(١) توزع كميات عناصر النيتروجين والفوسفور، والبوتاسيوم المخصصة للمحصول على النحو التالى:

(أ) يزداد معدل التسميد بالنيتروجين تدريجيًّا إلى أن يصل إلى أقصى معدل له بعد حوالى ٤ أسابيع من الشتل، ويبقى عند هذا المستوى المرتفع إلى ما قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو ٤ أسابيع، ثم تتناقص الكمية التى يسمد بها تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد بالنيتروجين نهائيًّا قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد الآزوتى بنحو ٣–٤ كجم من النيتروجين أسبوعيًّا ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل. مع زيادة الكمية المضافة منه – تدريجيًّا – إلى أن تصل إلى حوالى ٨–١٠ كجم نيتروجينًا أسبوعيًّا فى الأسبوع الخامس من الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع السادس عشر بعد الشتل، حيث تتناقص كمية النيتروجين المضافة بعد ذلك – تدريجيًّا – إلى أن تصل إلى نحو ٥ كجم أسبوعيًّا فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل، ثم يتوقف التسميد الآزوتى – تقريبًا – بعد ذلك.

(ب) يزداد معدل التسميد بالفوسفور سريعًا بعد الزراعة إلى أن يصل إلى أقصى معدل له فى مرحلة الإزهار وبداية عقد الثمار، ويبقى عند هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الرابع عشر، ثم تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيًّا إلى أن يتوقف التسميد بالفوسفور نهائيًّا قبل انتهاء الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد الفوسفاتى بنحو ٥٠٠ مل (سم^{٣}) من حامض الفوسفوريك أسبوعيًّا ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المستعملة منه – تدريجيًّا – إلى أن تصل إلى حوالى لترين أسبوعيًّا ابتداء من الأسبوع الخامس بعد

الشتل. وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الرابع عشر بعد الشتل، حيث تتناقص الكمية المضافة منه تدريجيًا – بعد ذلك – إلى أن تصل إلى حوالى ٣٠٠ مل فقط أسبوعيًا فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل، ثم يتوقف التسميد الفوسفاتى – تقريبًا – بعد ذلك.

(جـ) يزداد معدل التسميد بالبوتاسيوم ببطء إلى أن يصل إلى أقصى معدل له فى بداية مرحلة الإثمار، ويبقى على هذا المستوى المرتفع حتى قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوع أو أسبوعين قبل انتهاء الحصاد بنحو أسبوع أو إسبوعين.

وعادة .. يبدأ برنامج التسميد البوتاسى بنحو ١-١,٥ كجم بوتاس (K_2O) أسبوعيًا ابتداء من الأسبوع الثانى بعد الشتل، مع زيادة الكمية المضافة منه – تدريجيًا – إلى أن تصل إلى حوالى ١٢-١٥ كجم بوتاس أسبوعيًا فى الأسبوع الثامن بعد الشتل، وتستمر على هذه المستوى المرتفع حتى الأسبوع السادس عشر، حيث تتناقص كمية البوتاس المضافة تدريجيًا بعد ذلك حتى يتوقف قبل انتهاء الحصاد بنحو أسبوع.

هـ – نظام إضافة الأسمدة البسيطة والمركبة :

تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو، حسب مرحلة النمو النباتى. وقد تضاف كميات الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على دفعتين أو ثلاث دفعات، ولكن يفضل أن يتم التسميد مع ماء الرى بالتنقيط ست مرات أسبوعيًا، بينما يخصص اليوم السابع للرى بدون تسميد. وتوزع الأسمدة المخصصة لكل أسبوع على أيام التسميد الستة بأحد النظم التالية :

(١) تخلط جميع الأسمدة المخصصة لليوم الواحد ويسمد بها مجتمعة، وهذا هو النظام المفضل.

(٢) يُخَصّصُ يومان للتسميد الآزوتى، ثم يوم للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى وهكذا.

(٣) تخصص ثلاثة أيام منفصلة للتسميد الآزوتى، والفوسفاتى، والبوتاسى، ثم تعاد دورة التسميد .. وهكذا.

ولكن يراعى عند التسميد مع ماء الرى – بصورة عامة – عدم الجمع بين أى من

أيوني الفوسفات أو الكبريتات وأيون الكالسيوم، لكي لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم.

ويمكن – في حالة التسميد مع ماء الري بالتنقيط – استبدال الأسمدة التقليدية بالأسمدة المركبة السائلة، أو السريعة الذوبان إذا كان استخدامها اقتصاديًا، ويتوقف تركيب السماد المستخدم على مرحلة النمو النباتي، حيث يمكن استعمال سماد تركيبه ١٩-٦-٦ خلال الربع الأول من حياة النبات، يستبدل بسماد تركيبه ٢٠-٥-١٥ خلال الربع الثاني من موسم النمو، ثم بسماد تركيبه ١٥-٥-٣٠ إلى ما قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

يكون استخدام هذه الأسمدة بكميات تفي بحاجة النباتات من عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم. وكما سبق أن أوضحنا فإن العناصر الغذائية في تلك الأسمدة تكون جاهزة لامتصاص النبات مباشرة، ولا يفقد منها شئ. ولذا .. يمكن – عند استخدامها – خفض كمية عنصري النيتروجين، والبوتاسيوم الموصى بهما إلى الثلثين، فيصبحان ٧٠ كجم نيتروجينًا، و ٧٠ كجم K_2O للفدان. أما الفوسفور؛ فتبقى الكمية الموصى بها بعد الزراعة وهي ٣٠ كجم – كما هي، نظرًا لأن التسميد المنفرد بالفوسفور يكون بحامض الفوسفوريك الجاهز للامتصاص السريع على أية حال.

ويكفي – عادة – نحو كيلو جرام واحد (أو لتر واحد) من تلك الأسمدة المركبة للفدان يوميًا، ثم تزداد الكمية تدريجيًا إلى أن تصل إلى نحو ٣-٤ كجم يوميًا في منتصف موسم النمو، وتتناقص مرة أخرى – تدريجيًا – إلى أن تصل إلى كيلو جرام واحد للفدان يوميًا – مرة أخرى – قبل انتهاء موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

وكما في حالة التسميدة بالأسمدة التقليدية .. يلزم تخصيص يوم واحد، أو يومين أسبوعيًا للري بدون تسميد؛ بهدف خفض تركيز الأملاح في منطقة نمو الجذور.

ويبين جدول (٢-٣) برنامجًا مقترحًا للتسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم في الأراضي الرملية بولاية فلوريدا الأمريكية.

جدول (٢-٣): برنامج التسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم للفلفل فى الأراضى الرملية فى ولاية فلوريدا الأمريكية عند إجراء الزراعة بالشتل، والرى بالتنقيط، واستعمال الغطاء البلاستيكى للتربة (عن Hartz & Hochmuth ١٩٩٦)

مرحلة النمو		كمية العنصر بالكجم للهكتار (وبالكجم للفدان بين قوسين)/يوم [أ،ب]	
المرحلة	الفترة بالأسبوع	N	K
١	٢	١,١ (٠,٥)	٠,٩ (٠,٤)
٢	٣	١,٧ (٠,٧)	١,٤ (٠,٦)
٣	٧	٢,٢ (٠,٩)	١,٨ (٠,٨)
٤	١	١,٧ (٠,٧)	١,٤ (٠,٦)
٥[جـ]	١	١,١ (٠,٥)	٠,٩ (٠,٤)
الكمية الإجمالية		١٨٠ (٧٥)	١٥٠ (٦٣)

أ - للتحويل من K إلى K_2O يقسم على ٠,٨٣، وبذا تكون الكمية الموصى بها من K_2O (وحدات البوتاسيوم) هى: ١٨٠ كجم للهكتار، أو حوالى ٧٥ كجم للفدان.

ب - تخصم الكميات التى تضاف قبل الزراعة (وتكون فى حدود ٢٠٪ من الكميات الإجمالية) من الكميات الموصى بها من العناصر خلال الأسابيع القليلة الأولى بعد الشتل.

جـ عند استمرار موسم النمو لفترة أطول يستمر العمل ببرنامج المرحلة الخامسة حتى نهاية الحصاد.

ونظرًا لأن غسيل الأسمدة من التربة يمكن أن يحدث عند الرى بالتنقيط؛ لذا .. فإن الأسمدة المضافة فى أى رية يجب ألا تتعرض إلى رى زائد لا فى نفس الرية ولا فى الريات التالية. وتزيد فرصة احتمال غسيل الأسمدة عند زيادة فترة الرية الواحدة عن الساعة.

٣ - أسمدة عناصر كبرى أخرى تضاف بعد الزراعة:

إن أهم العناصر الكبرى الأخرى - بخلاف عناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم - هى عناصر الكبريت، والمغنيسيوم، والكالسيوم.

أ - الكبريت:

يحصل النبات على حاجته من عنصر الكبريت أساسًا من الكبريت المضاف إلى التربة قبل الزراعة، ومن كبريتات الأمونيوم، وكبريتات البوتاسيوم، وسوبر فوسفات الكالسيوم، والجبس الزراعى (الذى قد يستعمل بغرض خفض pH التربة)، بالإضافة إلى

ما يوجد من كبريت بالأسمدة الورقية، وبعض المبيدات. ولا توجد حاجة إلى أية إضافات أخرى من هذا العنصر.

ب – المغنيسيوم:

يحصل النبات على حاجته من المغنيسوم من سلفات المغنيسيوم التى تضاف قبل الزراعة، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة، سواء تلك التى تستخدم فى مد النبات بحاجته من العناصر الأولية (النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم)، أم الأسمدة الورقية؛ لذا .. لا يحتاج الأمر إلى مزيد من التسميد بالمغنيسيوم إلا إذا لم يكن قد سمد المحصول بالعنصر قبل الزراعة، أو إذا ظهرت أعراض نقص المغنيسيوم، ويلزم – حينئذ – إضافة كبريتات المغنيسيوم بمعدل كيلو جرام واحد للفدان إما رشًا، وإما مع ماء الرى بالتنقيط، مع تكرار المعاملة أسبوعيًا إلى أن تختفى أعراض نقص العنصر، أو كل أسبوعين طوال موسم النمو.

جـ – الكالسيوم:

يحصل النبات على معظم حاجته من الكالسيوم من سوبر فوسفات الكالسيوم، ومن الجبس الزراعى الذى قد تعامل به التربة، بالإضافة إلى ما يتوفر من العنصر فى الأسمدة المركبة بنوعيها، إلا أن الفلفل يحتاج إلى مزيد من التسميد بالكالسيوم لكى لا تتعرض ثماره للإصابة بتعفن الطرف الزهرى، وهو عيب فسيولوجى يظهر عند نقص كمية عنصر الكالسيوم التى تصل إلى الثمار.

ويستخدم فى مصر رائق سماد نترات الجير المصرى (عبود) لتزويد الفلفل بعنصر الكالسيوم مع ماء الرى بالتنقيط، لكن يفضل استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى عند توفره. ويشترط فى كلتا الحالتين عدم احتواء مياه الرى على كمية كبيرة من الفوسفات أو الكبريتات.

ويكون استعمال أى من السمادين (نترات الجير المصرى أو نترات الكالسيوم النقية) بمعدل ١٥–٢٠ كجم أسبوعيًا، ابتداء من بداية مرحلة عقد الثمار ولمدة ستة أسابيع.

ونظرًا للتوقيت الحرج لإضافة هذا السماد – والذى لا يكون فيه النمو الخضرى الغزير أمرًا مرغوبًا فيه – يفضل خصم كميات النيتروجين التى تضاف فى صورة نترات

مع الكالسيوم – والتى تبلغ نسبتها فى كلا السمادين ١٥٪ – من كميات السماد الآزوتى المقرر إضافتها – خلال تلك الفترة فى برنامج التسميد.

ومتى كان هناك تسميد بالكالسيوم، فإنه يتعين إضافة الأسمدة مع ماء الرى فى مجموعتين منفصلتين، حيث تضم إحداهما الأسمدة المحتوية على الكالسيوم، بينما تشتمل الأخرى على الأسمدة التى تحتوى على أيونى الفوسفات أو الكبريتات، لكى لا يترسبا بتفاعلهما مع الكالسيوم.

ويمكن استخدام سماد نترات الكالسيوم النقى، أو رائق نترات الجير المصرى رشًا بتركيز ١,٥–٣ جم/لتر، لإمداد النبات بعنصر الكالسيوم اللازم لوقف انتشار ظاهرة تعفن الطرف الزهرى فى الفلفل، مع الاهتمام بتوجيه محلول الرش إلى الثمار، بالإضافة إلى الأوراق.

٤ – أسمدة العناصر الصغرى:

إن أهم العناصر الصغرى التى يلزم تسميد نباتات الفلفل بها فى الأراضى الصحراوية هى: الحديد، والزنك، والمنجنيز، والنحاس .. وهى العناصر التى تثبت فى صورة غير ميسرة لامتصاص النبات فى الأراضى القلوية. يتبقى بعد ذلك من العناصر الصغرى عنصران: البورون، وهو يثبت مع ارتفاع رقم pH التربة حتى ٨,٥، ثم يزداد تيسره كثيرًا بعد ذلك، والموليبدنم وهو لا يثبت فى الأراضى القلوية. ونجد – بصفة عامة – أن الأراضى الصحراوية ينخفض محتواها من العناصر الصغرى كما هى الحال بالنسبة للعناصر الكبرى.

وبناء على ما تقدم .. فإن نباتات الفلفل تستجيب للتسميد بالعناصر الصغرى فى الأراضى القلوية، ولكن عناصر الحديد، والزنك والمنجنيز والنحاس تتعرض للتثبيت إذا كانت إضافتها عن طريق التربة، أو مع ماء الرى، حيث تبقى بالقرب من النقاطات نظرًا لأن جميع الأراضى الصحراوية قلوية. ولذا .. فإنه لا يفضل إضافة هذه العناصر عن طريق التربة إلا فى صورة مخلبية، كما أن ملح الكبريتات لهذه العناصر يمكن إضافته بطريقة الرش بمعدل ١–١,٥ كجم مع ٤٠٠ لتر ماء للفدان. وإذا استخدمت الصور المخلبية لهذه العناصر رشًا على الأوراق فإنها تستعمل بمعدل ٠,٢٥–٠,٥٠ كجم

فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان. أما البورون فإنه يضاف دائمًا فى صورة معدنية على صورة بوراكس إما عن طريق التربة بمعدل ٥–١٠ كجم للفدان، وإما رشًا على الأوراق بمعدل ١–٢,٢٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

هذا .. ويمكن استبدال الأسمدة المفردة – التى سبق ذكرها – بالأسمدة المركبة وهى كثيرة جدًا، ويبدأ الرش بها بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع، ثم يستمر كل ٢–٣ أسابيع إلى ما قبل نهاية الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع. وتفيد إضافة اليوريا إلى محلول العناصر الدقيقة – بتركيز ٠,١٪ – فى زيادة معدل امتصاص النباتات من هذه العناصر.

ومتى توفرت العناصر الدقيقة فى صورة مخلبية فإنه يكون من الأسهل – والأفضل – إضافتها عن طريق مياه الرى. ويحتاج الفدان – عادة – إلى نحو ٢–٣ لترات من أسمدة العناصر الدقيقة المخلبية تجزأ على دفعات متساوية كل ثلاثة أسابيع، مع بداية التسميد بها بعد الشتل بنحو أسبوعين، وعلى ألا تزيد كمية السماد المستعملة فى كل مرة عن ٣٠٠ مل (سم^3). ويفضل استعمال السماد على دفعات أسبوعية مع مياه الرى، تبدأ بنحو ١٠٠ مل بعد الشتل مباشرة، وتزداد تدريجيًا إلى أن تصل إلى ٣٠٠ مل ابتداء من الأسبوع السابع بعد الشتل، وتستمر على هذا المستوى المرتفع حتى الأسبوع الخامس عشر بعد الشتل، لتنخفض بعد ذلك تدريجيًا إلى أن تصل إلى نحو ١٥٠ مل فى الأسبوع الثامن عشر بعد الشتل.

ثانيًا: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالغمر أو بالرش

يؤخذ فى الاعتبار عند تسميد الفلفل فى الأراضى الصحراوية – عند اتباع طريقتى الرى بالغمر أو بالرش – كل ما أسلفنا بيانه عند التسميد فى حالة الرى بالتنقيط، ولكن مع ملاحظة الأمور التالية:

١ – زيادة التسميد السابق للزراعة من الفوسفور إلى ٦٠ كجم P_2O_5 للفدان. مع إنقاص الكمية المستخدمة منه – بعد الزراعة – إلى ١٥ كجم P_2O_5 فقط للفدان.

٢ – لا يكون لمعدل ذوبان الأسمدة فى الماء أهمية تذكر عند اتباع طريقة الرى بالغمر، ولذا .. فإن سماد سوبر فوسفات الكالسيوم يستعمل – فى هذه الحالة – بدلاً من حامض الفوسفوريك بعد الزراعة.

أما عند اتباع طريقة الرى بالرش، فإن معدل ذوبان الأسمدة يبقى أمرًا له أهميته عند اختيار الأسمدة المناسبة للاستعمال؛ ولهذا السبب فإن حامض الفوسفوريك يستعمل كمصدر للفوسفور بعد الزراعة، ولكن مع خفض الكمية المستخدمة منه لما يكفى لإمداد النباتات بنحو ١٥ كجم P_2O_5 للفدان؛ لكى يبقى تركيز الحامض منخفضًا فى مياه الرى وفى مستوى لا يؤدى إلى تآكل الأجزاء المصنوعة من البرونز والنحاس فى جهاز الرش.

٣ – تحسب الكمية اللازمة من جميع الأسمدة لكل أسبوع من موسم النمو – حسب مرحلة النمو النباتى – ثم تضاف بالكيفية التالية:

أ – فى حالة الرى بالغمر:

تخلط الأسمدة معًا وتضف تكبيشًا فى خندق بعمق ١٠ سم إلى جانب النباتات، وعلى مسافة حوالى ١٠ سم من قاعدتها، مع الترديم عليها عند العزيق. وتكون إضافة الأسمدة على فترات أسبوعية أو كل أسبوعين.

ب – فى حالة الرى بالرش:

تخلط الأسمدة معًا وتضاف إما فى خندق بعمق ١٠ سم إلى جانب النباتات وعلى مسافة ١٠ سم من قاعدتها، وإما مع ماء الرى، ويكون التسميد مع ماء الرى بالرش بنفس الكيفية التى تتبع عند الرى بالتنقيط

ويوصى – فى حالة الرغبة فى التسميد مع ماء الرى بالرش – أن يكون ذلك فى النصف الثانى من حياة النبات بعد أن تنتشر الجذور وتشغل نسبة كبيرة من مساحة الحقل، وأن يتم إدخال السماد فى نظام الرى بالرش بطريقة تسمح بتشغيل جهاز الرى أولاً بدون سماد لمدة تكفى لبل سطح التربة، وبل أوراق النبات، وإلا فُقِدَ السماد بتعمقه فى التربة مع ماء الرى، يلى ذلك إدخال السماد مع ماء الرى لمدة تكفى لتوزيعه بطريقة متجانسة فى الحقل، ويعقب ذلك الرى بالرش بدون تسميد لمدة ١٠ دقائق؛ والغرض من ذلك هو غسل السماد من على الأوراق، والتخلص من آثاره فى كل جهاز الرى بالرش، كما يساعد هذا الإجراء عل تحريك السماد فى التربة.

٤ – يمكن استخدام سماد نترات الجير (عبود) كمصدر رئيسى للتسميد بالكالسيوم والنيتروجين. يضاف السماد عن طريق التربة – تكبيشًا – إلى جانب النباتات على عمق

١٠ سم فى ٦ دفعات نصف شهرية، تبدأ عند بداية الإزهار، بمعدل ٢٥ كجم للفدان فى كل مرة. وقد يفيد الرش بنترات الكالسيوم النقية (وهى سريعة الذوبان فى الماء) فى سد حاجة النبات السريعة إلى عنصر الكالسيوم، وهى تستخدم بمعدل ٢,٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

٥ – يمكن – كذلك – استخدام رائق السوبر فوسفات العادى مع إضافته رشًا على النباتات (وليس مع ماء الرى بالرش) بتركيز ١,٥–٢,٠ جم/لتر حسب حاجة النبات، مع تكرار الرش كل أسبوعين حسب الحاجة. كما يمكن استخدام التربل سوبر فوسفات بدلاً من السوبر فوسفات العادى، ولكن بنحو ثلث التركيز المستخدم من السوبر فوسفات العادى.

٦ – كما يمكن استخدام رائق سلفات البوتاسيوم بتركيز ١,٥–٢,٥ جم/لتر رشًا على الأوراق خلال مرحلة نضج الثمار.

برنامج تسميد الفلفل فى الأراضى الثقيلة

نظرًا لأن معظم زراعات الفلفل فى الأراضى الثقيلة تروى بطريقة الغمر؛ فإننا نوجه جُلّ اهتمامنا إلى كيفية التسميد عند الرى بالغمر، مع الإشارة إلى كيفية التسميد – عند اتباع طريقتى الرى بالتنقيط والرى بالرش – فى نهاية هذا الجزء.

أولاً: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالغمر:

يخصص لكل فدان من الفلفل كميات الأسمدة التالية:

١ – حوالى ٢٠–٣٠م^3 من السماد البلدى (سماد الماشية)، أو نحو ١٥–٢٠م^3 سمادًا بلديًا مع ٨م^3 من سماد الكتكوت (مخلفات الدواجن). قد تضاف كل الكمية عند تجهيز الأرض بعد العزقة الأولى، أو قد تقسم إلى دفعتين متساويتين تضاف إحداهما عند تجهيز الأرض، بينما تضاف الثانية بعد نحو شهر من الشتل فى قناة المصطبة، ثم يُردَم عليها فى العزقة الأولى.

٢ – من ٤٥–٦٠ كجم وحدة فوسفور (P_2O_5)، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن. يستعمل السوبر فوسفات العادى كمصدر للفوسفور. قد تضاف كل كمية السماد المخصصة للفدان نثرًا مع السماد العضوى عند تجهيز الأرض بعد الحرثة الأولى، ولكن يفضل تقسيمها إلى دفعتين متساويتين، تضاف إحداهما عند تجهيز الأرض،

بينما تضاف الثانية بعد نحو شهر من الشتل فى قناة المطبة، ثم يُردم عليها فى العزقة الأولى.

٣ – من ١٠٠–١٢٠ كجم نيتروجينًا (N)، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن. تستعمل اليوريا كمصدر للنيتروجين فى بداية حياة النبات وفى الجو البارد وتستعمل سلفات الأمونيوم فى الدفعات الأولى للاستفادة من تأثيرها الحامضى، ويفضل استعمال نترات الأمونيوم خلال مراحل الإزهار وعقد الثمار، مع تخصيص جزء من النيتروجين يضاف فى صورة نترات الكالسيوم أو نترات الجير المصرى (عبود) خلال نمو الثمار؛ لتوفير الكالسيوم الذى يحتاجه النبات خلال تلك المرحلة؛ لتجنب إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى.

ونظرًا لسهولة فقد النيتروجين من التربة، فإنه يتعين إضافة الكمية المخصصة للفدان فى ثلاث دفعات بمعدل ٣٠–٣٥، و ٣٥–٤٠، و ٣٥–٤٥ كجم N للفدان بعد حوالى ٤، و ٧، و ١٠ أسابيع من الزراعة، مع الترديم عليها أثناء العزيق، ويراعى إضافة الحد الأقصى – فى كل موعد – عند زراعة الهجن.

٤ – من ١٠٠–١٢٠ وحدة بوتاسيوم (K_2O) للفدان، مع إضافة الحد الأقصى عند زراعة الهجن تستعمل سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم، وتفضل إضافة الكمية المخصصة للفدان فى ثلاث دفعات – مع النيتروجين – ولكن بمعدل ٢٥–٣٠، و ٣٥–٤٠، و ٤٠–٥٠ كجم K_2O للفدان فى الدفعات الثلاث على التوالى.

وبذا .. تكون الكميات المستعملة للفدان من مختلف الأسمدة، ومواعيد إضافتها على النحو التالى:

الموعد	السماد البلدى (م³)	سماد الكتكوت (م³)	P_2O_5 (كجم)	N (كجم)	K_2O (كجم)
بعد الحرثة الأولى	٧,٥–١٠	٤	٢٢,٥–٣٠	—	—
بعد ٤ أسابيع من الشتل	٧,٥–١٠	٤	٢٢,٥–٣٠	٣٠–٣٥	٢٥–٣٠
بعد ٧ أسابيع من الشتل	—	—	—	٣٥–٤٠	٣٥–٤٠
بعد ١٠ أسابيع من الشتل	—	—	—	٣٥–٤٥	٤٠–٥٠
الإجمالى	١٥–٢٠	٨	٤٥–٦٠	١٠٠–١٢٠	١٠٠–١٢٠

وبالإضافة إلى الأسمدة التى تقدم بيانها .. فإن نباتات الفلفل تعطى ثلاث رشات بأسمدة العناصر الصغرى الورقية بعد نحو ٤، و ٧، و ١٠ أسابيع من الشتل. يتراوح تركيز محلول الرش فيها – عادة – بين ١,٠٪، و ٠,١٥٪، ويلزم للفدان حوالى ٢٠٠، و ٣٠٠، و ٤٠٠ لتر من محلول الرش فى الرشات الثلاث على التوالى.

ثانيًا: برنامج التسميد عند اتباع طريقة الرى بالتنقيط أو بالرش

عند رى الفلفل فى الأراضى الثقيلة بطريقة التنقيط، أو بالرش فإن النباتات تعطى برنامجًا للتسميد يتساوى – من حيث كميات العناصر السمادية المستعملة – مع الكميات المستعملة فى حالة الرى بالغمر فى الأراضى الثقيلة، ويتشابه – من حيث نوعيات الأسمدة المستخدمة، ومواعيد وطرق إضافتها – مع ما سبق بيانه بالنسبة لهذه الأمور فى حالتى الرى بالتنقيط وبالرش – على التوالى – فى الأراضى الصحراوية. هذا .. ويمكن فى حالة الرى بالرش – إضافة الأسمدة المقرر إضافتها إلى التربة مباشرة (وليس مع مياه الرى) فى عدد أقل من الدفعات، كما فى حالة الرى بالغمر. أما فى حالة إضافة الأسمدة مع مياه الرى بالرش فلابد من الاستمرار فى توزيعها على عدة دفعات، لكى تكون بتركيزات منخفضة لاتحدث ضررًا للنباتات.

المعاملة بالمنشطات الحيوية ومنظمات النمو

التحضيرات التجارية، والمستخلصات الطبيعية، ومنظمات النمو

من المعاملات التى يمكن أن تفيد فى تحسين نمو نباتات الفلفل وزيادة المحصول وتحسين نوعيته، ما يلى:

١ – تُرش النباتات بعد شهر من الشتل – ثم شهريًا بعد ذلك – بأحد التحضيرات التجارية من الأمينو المتعدد المعادن بمعدل لتر واحد + بوتاسيوم (٤٥٪ سترات) بمعدل كيلو جرام واحد يضافا إلى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

٢ – تُرش النباتات عند بداية الإزهار بشيلات كالسيوم بمعدل كيلوجرام واحد فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان، مع مراعاة عدم خلط هذا المركب بأية مركبات أخرى أو بأسمدة حيوية عند رشه.

٣ – يُحقن المركب الطبيعى (دايناملك) مع ماء الرى بمعدل ٣–٥ لترات/فدان

أسبوعيًّا، بهدف تنشيط الكائنات الحية فى منطقة نمو الجذور، وتيسير امتصاص العناصر الغذائية، والمساعدة فى مكافحة بعض الفطريات المرضة والآفات الضارة التى تعيش فى التربة.

وقد أدى رش نباتات الفلفل بالبيوزيم Biozyme (وهو مركب تجارى يحتوى على هرمونات نباتية وعناصر بتركيزات – بالجزء فى المليون – كما يلى: إندول حامض الخليك IAA ٣٢,٢، وحامض الجبريلليك ٣٢,٢، والزياتين Zeatin ٨٣,٢، والحديد ٤٩٠٠، والمنجنيز ١٢٠٠، و البورون ٣٠٠٠، والزنك ٣٧٠٠، والمغنيسيوم ١٤٠٠، والكبريت ٤٤٠٠) .. أدى الرش به بتركيز ١–٢ مل (سم٣)/لتر عند بداية الإزهار، ثم بعد ٣، و ٦ أسابيع أخرى إلى زيادة المحصول المبكر جوهريًّا (El-Sayed ١٩٩٥).

وقد تبين لدى مقارنة تأثير ثمانى محفزات للنمو عوملت بها نباتات الفلفل رشًّا عند الإزهار ثم بعد ٣٠ و ٦٠ يومًا أن البيوزيم كان أكثر فاعلية فى زيادة محتوى الثمار من الجلوكوز، والفراكتوز، والسكروز (Belakbir وآخرون ١٩٩٦).

وفى دراسة عوملت فيها نباتات الفلفل بالرش عند الإزهار ثم بعد ذلك بشهر وشهرين بأى من الكلورمكوات (السيكوسل CCC)، ونفثالين حامض الخليك (NAA)، وحامض الجبريلليك (GA_3)، والبيوزيم .. أحدث الرش بالبيوزيم زيادة جوهرية فى محصول الثمار، ولكن حوالى ٤٠٪ من الثمار لم تكن صالحة للتسويق، بينما أعطت المعاملة بالـ NAA أعلى محصول صالح للتسويق. وبينما لم تؤثر أى من المعاملات على صلابة الثمار، أو على محتواها من الكالسيوم، أو رقم الـ pH فيها مقارنة بثمار الكنترول، فإن المعاملة بحامض الجبريلليك أحدثت زيادة فى محتوى الثمار من حامض الأسكوربيك، بينما أحدثت المعاملة بأى من البيوزيم، أو حامض الجبريلليك، أو السيكوسل زيادة جوهرية فى محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية، وأحدثت المعاملة بالبيوزيم زيادة فى محتوى الثمار من كل من الفراكتوز، والسكروز، والمركبات الكاروتينية، والليكوبين (Belakbir وآخرون ١٩٩٨).

كذلك أدى رش نباتات الفلفل الحلو من صنف كاليفورنيا وندر بمستخلص الأعشاب البحرية ماكسى كروب Maxicrop (وهو مستخلص من *A. nodosun*) إلى تبكير الحصاد

بنحو ١٠ أيام مقارنة بنباتات الكنترول، وزيادة أحجام الثمار، وزيادة محتواها من الكلوروفيل والمواد الصلبة الذائبة الكلية، بينما انخفضت فيها الحموضة المعايرة (Eris وآخرون ١٩٩٥).

ومن بين معاملات منظمات النمو التي درس تأثيرها على الفلفل، ما يلي:

١ – أدت معاملة صنف الفلفل تباسكو بالترياكونتانول Triacontanol عن طريق التربة إلى إحداث زيادة جوهرية في كل من المحصول المبكر والمحصول الكلي تحت ظروف الحقل (Mamat وآخرون ١٩٨٣).

٢ – أدت معاملة بادرات الفلفل بالباكلوبترازول Paclobutrazol بتركيز ٢٥ جزءًا في المليون عن طريق التربة إلى إحداث زيادة جوهرية في المحصول المبكر، وزيادة وزن الثمرة، ووزن جدرها، مع نقص في ارتفاع النباتات (Mojecka-Berova & Kerin ١٩٩٥).

الميكوريزا

أوضحت دراسات Babu وآخرون (١٩٨٨) على الفلفل أن عدوى النباتات في المشتل بأي من فطريات الميكوريزا *Gigaspora calospora*، أو *Gigaspora margarita*، أو *Glomus fasciculatum* يمكن أن يؤدي إلى الاستغناء عن ٥٠–٧٥٪ من الأسمدة الفوسفاتية الموصى بها، وكان الفطر *G. margarita* أكثرها تأثيرًا.

وقد وجد أن معاملة بادرات الفلفل في المشتل بفطر الميكوريزا *Glomus aggregatum* أدت – عند شتل النباتات في أرض فقيرة في محتواها من الفوسفور – إلى زيادة محتوى النباتات من الفوسفور، وإلى زيادة طول النبات، والنمو الخضري، ومحصول الثمار، مقارنة بنباتات الكنترول التي لم تعامل بالفطر، كما جعلت تأثر المحصول سلبيًّا بنقص الرطوبة الأرضية أقل مما في نباتات الكنترول، وكانت تلك التأثيرات أقوى عند الحقن بفطر الميكوريزا في المشتل عما كان عليه الحال عندما حقنت النباتات بالفطر أثناء الشتل (Waterer & Coltman ١٩٨٩).

كما وجد أنه يمكن خفض معدل التسميد الفوسفاتي (بالسوبر فوسفات) إلى النصف عند عدوى (تلقيح) شتلات الفلفل بالميكوريزا *Glomus fasciculatum*، و *G. macrocarpum*، كما أدت المعاملة إلى زيادة المحصول، وتركيز الفوسفور في

النموات الخضرية، وزيادة امتصاص الزنك، والنحاس، والمنجنيز، والحديد مقارنة بالكنترول وقد كان فطر الميكوريزا *G. macrocarpum* أكثر تأثيرًا من *G. fasciculatum* (Sreenivasa وآخرون ١٩٩٣). وقد ازداد مفعول تأثير فطر الميكوريزا *G. macrocarpum* عندما أضيفت الأسمدة العضوية للتربة، وخاصة تلك التي تنخفض فيها نسبة الكربون إلى النيتروجين (Sreenivasa ١٩٩٤).

كذلك وُجد أن زراعة الفلفل في تربة محقونة بأى من فطريات الميكوريزا *Glomus epigalum*، أو *G. mosseae* أدت إلى زيادة النمو النباتي (طول النبات، وعدد الأوراق بالنبات، وقطر الساق، والوزن الجاف للنبات)، وإلى زيادة تحمل الحرارة المنخفضة، والتبكير فى الإزهار، وزيادة فترة النمو النباتى، ومحتوى النباتات من الفوسفور والنيتروجين (Zhao & Li ١٩٩٤).

وقد تبين أن العدوى بفطرى الميكوريزا *Glomus mosseae*، و *G. etunicatum* ليس لها تأثيرات إيجابية على الوزن الجاف لنبات الفلفل، أو على محتوى أوراقه من الفوسفور إلا فى حالة عدم التسميد بالفوسفور (فى تربة كانت فقيرة أصلاً فى العنصر)، حيث لم تُستَعْمر جذور الفلفل جيدًا بأى من فطرى الميكوريزا عندما سمدت النباتات بالفوسفور؛ فكانت نسبة الجذور المستعمرة بالمكيوريزا عند التسميد الجيد بالفوسفور (٢٧٨ مجم/كجم من التربة فى أصص الزراعة) ٦,٨٪ فقط من نسبة استعمار الجذور عندما لم يتم التسميد بالفوسفور فى تربة تحتوى على ٥ مجم فقط من العنصر (المستخلص بالـ $NaHCO_3$)/كجم من التربة (Olsen وآخرون ١٩٩٦، و ١٩٩٩ أ). وتأكدت تلك النتائج عندما زرع الفلفل فى حقل يحتوى على فطريات الميكوريزا *Acaulospora mellea*، و *Gigaspora margarita*، و *Glomus clarum*، و *Glomus etunicatum*، و *Scutellaspora pellucida* فى قطع تجريبية لم تعقم وتحتوى على تلك الفطريات، مقارنة بزراعته فى قطع تجريبية عقمت ولاتحتوى على تلك الفطريات، وذلك عندما لم يُسَمَّد الحقل بالفوسفور (١٤ مجم أو أقل من الفوسفور كمستوى طبيعى/كجم فى تربة فقيرة فى العنصر)، أو عندما سمد بمستوى منخفض من العنصر (٥ أو ١٥ كجم P/هكتار). وحتى عندما تم التسميد بمستويات عالية من العنصر (٤٥ أو ١٣٥ كجم P/هكتار)، فإن استعمار فطريات الميكوريزا للجذور فى التربة غير

المعقمة لم يتأثر بهذه المستويات العالية من الفوسفور (حيث كان تواجد الفطر عاليـا فـى التربة، وبكثافة قدرها ١٠٦١ وحدة فطرية قـادرة علـى إصابة الجـذور/جـم مـن التربـة الجافة)، كما لم يتأثر المحصول سلبيًا، ويبدو أن الجذور لم تُستعمر فى الشـريط الضيـق الذى أضيف فيه الفوسفور، بينما استُعمرت الجذور فـى بقيـة الحـيز الأكـبر مـن التربـة الذى لم يصل إليه السماد الفوسفاتى المضاف (Olsen وآخرون ١٩٩٩ب).

وفى مقابـل النتائج التى أسلفنا بيانـها عـن تأثـيرات الميكوريـزا علـى نمـو محصـول الفلفل .. أظهرت دراســة أخـرى (Marschner وآخـرون ١٩٩٧) عـدم وجـود أى تأثـير للعدوى بأى من فطرى الميكوريـزا: *Glomus deserticola*، أو *G. intraradices*، علـى نمو نباتات الفلفل، ولكن بدا أن الميكوريزا ثبطت إفرازات الجذرو؛ ومن ثم أثرت سـلبيًا على أعداد أنواع بكتيرية معينة تتواجد فى منطقة نمو الجذور، وكـانت البكتيريـا التـى استخدمت فى هذه الدراسة، وتأثرت أعدادها سلبيًا بالعدوى بـالميكوريزا، هـى السـلالة 2-79RL من *Pseudomonas fluorescens*.

التسميد الحيوى

أدت معاملة التربة بالبكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى مـن الأنـواع *Azotobacter chroococcum*، و *Azospirillum lipoferum*، و *Beijerinckia* sp. إلى زيـادة النمـو الجذرى والخضرى للفلفل، وزيادة النشاط البكتيرى فى بيئة نمو الجـذور (*Govedarica* وآخرون ١٩٩٧).

التلقيح

لا يوجه – عادة – اهتمام خاص بتوفير ملقحات للفلفل فى الزراعـات الحقليـة، إلا أن الأمر يختلف بالنسبة للزراعات المحمية، حيث يستجيب الفلفل لتوفير الملقحات.

فقد أدى إدخال النحل الطنّان Bumble Bee (أو *Bombus impatiens*) فـى البيـوت المحمية المزروعة بالفلفل مرة واحدة لمدة ٢٤ سـاعة أسبوعيًا إلى إحــداث زيـادة جوهريـة فى وزن الثمار، وحجمها، وعدد البذور فيها جوهريًا مقارنة بثمار النباتات التى لم تلقح بالنحل الطنّان، وكان ذلك مصاحبًا بتحسن فى نوعية الثمـار وزيـادة فـى أعـداد الثمار

ذات الأربعة فصوص (Shipp وآخرون ١٩٩٤). كذلك تأكدت الجدوى الاقتصادية لاستعمال النحل الطنّان فى تلقيح الفلفل فى الزراعات المحمية طوال فترة تفتح الأزهار التى تستمر لفترة طويلة من موسم النمو (Meisels & Chiasson ١٩٩٧).

وتزداد الحاجة إلى استعمال النحل الطنّان فى تلقيح الزراعات المحمية للفلفل شتاءً حيث يقل إنتاج الأزهار من حبوب اللقاح، كما تنخفض حيويتها، وأدى استعمال هذا النحل إلى زيادة عدد البذور بالثمرة الواحدة بنسب تراوحت بين ٤٪، و ١٢,٥٪، وزيادة المحصول المبكر بنسبة ٢٩,٦٪، والمحصول الكلى بنسبة ٢٢,٤٪ مقارنة بالكنترول، مع تحسن فى وزن وحجم الثمرة وسمك جدرانها (Abak وآخرون ١٩٩٧).

كذلك تحسن حجم ثمار الفلفل ومحتواها من البذور - فى الزراعات المحمية - حينما استخدمت الذبابة Syrphid fly (أو *Eristalis tenax*) فى تلقيح الأزهار (Jarlan وآخرون ١٩٩٧).

المعاملة بالإثيفون لإسراع النضج وتركيزه

يمكن معاملة الأصناف الحريفة التى تستعمل ثمارها الحمراء بالإثيفون لإسراع تلونها، خاصة فى المزارع التى تحصد آليًا، حيث يكون من الضرورى تركيز نضج الثمار خلال فترة قصيرة نسبيًا ليمكن حصادها مرة واحدة. وقد وجد Lockwood & Vines (١٩٧٢) أن معاملة نباتات الفلفل البيمينتو بالإثيفون أدت إلى سرعة تلونها، مع زيادة نسبة الثمار الحمراء. كما حصل Cantliffe & Goodwin (١٩٧٥) على زيادة جوهرية فى محصول الثمار الحمراء برش نباتات الصنف ستادونز سيليكت Staddons Select مرة واحدة، بتركيز ٧٥٠ جزء فى المليون، وقد أفادت المعاملتان فى زيادة نسبة الثمار الحمراء عند إجراء الحصاد آليًا

وقد أدى رش نباتات الفلفل الحلو تحت ظروف الصوبة بالإثيفون بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون عندما كانت الثمار فى بداية مرحلة التحول اللونى إلى اكتمال تلون الثمار باللون الأحمر فى خلال ١٠ أيام، وأدت التركيزات الأعلى (٢٥٠، و ٥٠٠ جزء فى المليون) إلى سقوط الأوراق والثمار فى خلال خمسة أيام من المعاملة أما تحت ظروف

الحقل فقد أدى رش نباتات الفلفل البيمينتو Pimiento عند مرحلة التحول اللونى بتركيز صفر، أو ١٠٠، أو ٢٥٠، و ٥٠٠ جزء في المليون إلى زيادة نسبة الثمار الحمراء المكتملة التلوين عندما أجرى الحصاد بعد ١٧ يومًا من المعاملة – إلى ١٥,٣، و ١٨,٣، و ٢٤,٣، و ٦١,١٪ على التوالى (عن Weaver ١٩٧٢).

ويستعمل الإثيفون – عادة – بمعدل ٠,٨–١,١ كجم فى ٤٥٠–١١٠٠ لتر ماء للهكتار (٣٥٠–٤٥٠ جم فى ٢٠٠–٤٥٠ لتر ماء للفدان) عندما تكون حوالى ١٠٪ من الثمار فى أى درجة من درجات التلوين بالنسبة للفلفل الحلو، ونحو ١٠–٣٠٪ من الثمار فى أى درجة من التلوين بالنسبة للفلفل الحريف، وذلك بهدف إسراع نضج الثمار وزيادة تجانسه (عن Read ١٩٨٢).

هذا .. إلا أنه لا يشيع كثيرًا استعمال الإثيفون فى إسراع نضج وتلوين ثمار الفلفل، بسبب التأثيرات السلبية لهذه المعاملة، والتى من أبرزها تحفيز سقوط الثمار والأوراق؛ الأمر الذى يزداد بزيادة التركيز المستعمل من الإثيفون، وخاصة بالنسبة للثمار التى لم تكمل نموها بعد. هذا إلا أن خلط أيدوكسيد الكالسيوم بتركيز ٠,١ مولار مع الإثيفون ساعد على بقاء ثمار صنف الفلفل تاباسكو Tabasco على النباتات لحين حصادها آليًا. ومن المعلوم أن الكالسيوم يساعد على سلامة الجدر والأغشية الخلوية ويمنعها من التدهور فى منطقة الإنفصال (Conrad & Sundstrom ١٩٨٧).

أما بالنسبة للفلفل البابريكا، فإن زيادة تركيز الإثيفون المستعمل فى رش النباتات حتى ٦٠٠٠ ميكروليتر/لتر أحدثت زيادة خطية فى سقوط الثمار سواء أكان الرش به منفردًا، أم كان مخلوطًا مع ٠,١ مولار من أيدروكسيد الكالسيوم. وقد ازدادت كمية المحصول الصالح للتسويق بزيادة تركيز الإثيفون المستعمل إلى ٦٠٠٠ ميكروليتر/لتر، وكان السبب الرئيسى لتلك الزيادة هو النقص فى وزن الثمار الخضراء التى حُصدت آليًا. هذا إلا أن معاملة الإثيفون لم تُحدث أبدًا أية زيادة معنوية فى الوزن الجاف للمحصول الصالح للتسويق مقارنة بالكنترول. كذلك لم تؤثر معاملة الإثيفون على كثافة الصبغة الحمراء المستخلصة من المحصول المجفف. وقد كان التأثير الجوهرى الوحيد لخلط أيدروكسيد الكالسيوم مع الإيثيفون هو إحداث زيادة غير مرغوب فيها فى بقاء

(وعدم سقوط) الثمار الخضراء على النباتات المعاملة بالإثيفون. ويعنى ذلك عدم جدوى معاملة البابريكا بأى من الإثيفون منفردًا أو مخلوطًا بأيدروكسيد الكالسيوم (Cooksey وآخرون ١٩٩٤).

التعقير

يقتصر تعقير الفلفل على الأصناف الحريفة، خاصة الشطة البلدى لأن سيقانها خشبية، وتتحمل برد الشتاء. وتجرى هذه العملية لنباتات العروة الخريفية التى تزرع فى المناطق الدافئة من محافظتى الجيزة وبنى سويف. تشتل نباتات هذه العروة فى شهر أغسطس، وتحصد ثمارها مرة، أو مرتين خلال شهر نوفمبر، ثم تعقر فى بداية شهر ديسمبر بتقليم (قرط) النباتات من أعلى سطح التربة بنحو ٢٠-٢٥ سم، ويضاف السماد البلدى فى خطوط الزراعة، ثم يزرّب على النباتات بالبوص أو الحطب لحمايتها من البرودة وفى شهر فبراير . تُعاد إقامة الخطوط بالفأس، ويضاف سماد آزوتى، ويروى الحقل ريّة غزيرة فيعطى محصولاً من أواخر مارس إلى نهاية شهر أبريل. ومع أن محصول الفلفل المعقر أقل جودة، إلا أن إنتاجه عملية مربحة نظرًا لارتفاع الأسعار خلال تلك الفترة ويعاب على التعقير انتشار الأمراض، خاصة الأمراض الفيروسية (حمدى وآخرون ١٩٧٣).

الفصل الثالث

فسيولوجيا الفلفل

إنبات البذور

سكون البذور وبطء إنباتها

قد يسبق إنبات بذور الفلفل فترة من السكون تمتد لنحو ٣-٤ أسابيع بعد تلون الثمار. ويمكن تقصير هذه الفترة بتأخير استخلاص البذور من الثمار. ويبدو أن حالة السكون هذه ترتبط بنقص حامض الجبريلليك فى البذور الحديثة التكوين.

كذلك تتأخر بذور الفلفل فى الإنبات حتى فى درجات الحرارة المناسبة، ويبدو أن السبب فى هذا التأخير يرجع إلى الإندوسوم الذى يشكل العائق الرئيسى أمام بزوغ الجذير ويستدل من الدراسات التى أجريت بهدف إسراع الإنبات بالمعاملة بالجبريللينات أن حامض الجبريلليك يحفز نشاط الإنزيمات التى تعمل على هدم الإندوسوم بالقرب من القمة النامية للجذير، فقد لوحظ أن نشاط الإنزيم إندومانّيز endomannase – الذى يعمل على هدم الجدر الخلوية – يزداد أثناء بروز الجذير عند المعاملة بحامض الجبريليك (عن Wein ١٩٩٧).

هذا .. وتزادا مشكلة إنبات البذور حدة فى الأصناف التابعة للأنواع الأخرى غير النوع *C. annuum* ففى دراسة أجريت على ١٩ صنفًا تمثل أربعة أنواع من الجنس *Capsicum* .. تراوحت عدد الأيام حتى إنبات ٥٠٪ من البذور من ١٤-٢٣ يومًا. وتتضح مشكلة إنبات البذور بوجه خاص فى الصنف تاباسكو Tabasco الذى يتبع النوع *C. frutescens*، حيث يستغرق إنباته من ١٠-١٤ يومًا فى الظروف المثلى للإنبات، ولا تزيد نسبة إنباته غالبًا عن ٦٠٪. وقد تبيّن وجود ظاهرة بعد النضج After Ripening فى بذور أنواع الجنس *Capsicum*، حيث تستكمل البذور نضجها الفسيولوجى ويتحسن إنباتها بعد فترة من التخزين الجاف بعد استخلاص البذور. وتتوقف هذه الفترة على

النوع، والصنف، ودرجة حرارة التخزين. وكانت الفترة المثلى للصنف تاباسكو ٢١ يومًا على حرارة ٢٥°م (Edwards & Sundstrom ١٩٨٧).

معاملات تحسين إنبات البذور

تعد بذور الفلفل – كما أسلفنا – من البذور البطيئة الإنبات نسبيًا، كما أن نسبة إنباتها تكون منخفضة أيضًا بدرجة ملحوظة عن باقي الخضروات، وهو الأمر الذى استدعى تخفيض الحد الأدنى لنسبة الإنبات المسموح بها لاعتماد بذور الفلفل. وقد أمكن تحسين إنبات بذور الفلفل بإجراء معاملات خاصة على البذور، نوجزها فيما يلى:

- تمكن Fieldhouse & Sasser (١٩٧٥) من إسراع إنبات بذور الصنف كاليفورنيا وندر، وزيادة قوة نمو البادرات بمعاملة البذور قبل الزراعة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ١٪

- وجد Sach وآخرون (١٩٨٠) أن نقع بذور الفلفل فى الماء، فى حرارة ٣٠°م لمدة ٤٨ ساعة، أو فى محلول نترات البوتاسيوم لمدة ٦، أو ٨ أيام، مع تهوية المحلول بتيار مستمر من الهواء أدى إلى تحسين الإنبات بعد ذلك على حرارة ١٥°م عندما زرعت البذور بعد انتهاء المعاملة مباشرة، بينما أدى تجفيف البذور قبل زراعتها إلى تأخير الإنبات. وقد وجد الباحثون أن إنبات بذور الفلفل فى درجات الحرارة المنخفضة لم يتأثر بأى من العوامل، أو المعاملات التالية: حجم البذرة، ونقع البذور فى الماء على حرارة ١٥°م، أو ٢٥°م، ونقع البذور لفترات قصيرة فى المذيبات العضوية أو فى الأحماض الدهنية المشبعة أو غير المشبعة.

- تمكن Radwan وآخرون (١٩٨١) من تحسين نسبة الإنبات فى بذور الفلفل بنقع البذور لمدة ١٢ ساعة فى أحد المحاليل التالية: نترات البوتاسيوم ٠,٠١–٠,٥٪ وكبريتات الأمونيوم ٠,٠١–٠,١٪ وكبريتات النحاس ٠,٠١٪، وكبريتات المنجنيز ٠,٠٥٪، وكبريتات الزنك ٠,٠٥٪، وحامض الجبرلليك ١٥٠ جزء فى المليون، ونفثالين حامض الخليك ١٥٠ جزء فى المليون. وقد أفادت هذه المعاملات فى تحسين الإنبات فى البذور المتوسطة فى نسبة الإنبات، ولكنها لم تكن فعّالة مع البذور المنخفضة جدًا فى

نسبة الإنبات، أو البـذور العاليـة الحيويـة. وللتعـرف علـى التغـيرات الكيميائيـة التـى تحدث فى بذور الفلفل مع تقدمها فى العمر، ومع التغيرات فى نسبة إنباتها .. يراجـع Ismail (١٩٨١).

بيّن McGrady & Cotter (١٩٨٧) أن اسـتنبات البـذور فـى المـاء، أو فـى محلـول مخفف من $K(NaH_2PO_4)$ لـدة أربعـة أيـام (مـع تغيـير المحلـول يوميًـا)، ثـم زراعتـها بالطريقة السـائلة fluid drilling، وهى مخلوطة فى مـادة غروانيـة (gel) خاصـة (مثـل Laponite 509، أو Vitterra II Hydrogel بتركيز ٢٪) أدى إلى تبكير الإنبـات، والنمـو النباتى، والإزهار. كما أدت إضافة الفوسفور إلى المحـاليل التـى نقعـت فيـها البـذور إلى تحسين الإنبات ونمو البادرات إلا أنها أنقصت محصول الثمار.

- أدت معاملة بذور الفلفل بأى من حامض الجبريلليك GA_3، أو $GA_{4/7}$ إلى تحسين إنباتها فى حرارة ١٥ °م، وكانت المعاملـة بـ $GA_{4/7}$ أفضـل قليـلاً مـن المعاملـة بحـامض الجبريلليك. أما المعاملة بمثبط النمو AMO 1618 فقد قللت نسبة الإنبات (Watkins & Cantliffe ١٩٨٣).

- أدت معاملـة بـذور الفلفـل التاباسـكو Tabasco بـالنقع فـى محلـول حـامض الجبريلليك بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون لمدة ٤٨ سـاعة، أو بالنقع فـى محلـول نـترات البوتاسيوم بـتركيز ٢,٧٥٪ لـدة ١٤٤ سـاعة إلى تحسـين نسـبة إنبـات البـذور وسـرعة إنباتها جوهريًا تحت ظروف المختبر، هذا إلا أن كلتا المعاملتين كان لهمـا تأثـير سـلبى على الإنبات فى كل من صوانى الزراعة (الشتالات)، وعندما زرعت البذور المعاملـة فـى الحقل الدائم بعد معاملتها مباشرة (Sundstrom وآخرون ١٩٨٧).

- اختُبرَ تأثير معاملة نقع البذور فى كل مـن المـاء المـهوى لمدة حـوالى ٩ سـاعات، ومحلول نترات البوتاسيوم المهوى بتركيز ٣٪، أو ٢,٧٥٪ لمدة ١٤٤ ساعة .. اختبر تأثير ذلك على الإنبات فى طرازى الفلفل جلابينو (*C. annuum*)، وتباسكو (*C. frutescens*) فى حرارة ٢٥ °م، ووجد أن معاملة النقع فى محلول نترات البوتاسـيوم (معاملة الـ Seed Priming) لم تكن مؤثرة على نسبة الإنبات فى أى من طـرازى الفلفـل. ومقارنـة بعمليـة النقع فى الماء المهوى .. فإن نقع البذور فى نترات الكالسـيوم أحـدث زيـادة فـى معـدل

تنفس البذور فى الجلابينو ونقصًا فى معدل تنفسها فى التباسكو (Sundstrom & Edwards ١٩٨٩).

• أدى نقع بذور الفلفل فى محلول ذى ضغط أسموزى قدره ١٥ بارًا (باستعمال PEG 6000 أو $K_3PO_4 + KNO_3$) لمدة ١٠ أيام، ثم تجفيفها وزراعتها فى حرارة ١٠، و ٢٢، و ٣٠°م .. أدى ذلك إلى زيادة سرعة الإنبات وتجانسه (وخاصة عند استعمال ملحى البوتاسيوم)، ولكنه لم يؤدِّ إلى زيادة نسبة الإنبات حتى فى أقل درجات الحرارة وكان أسرع إنبات لبذور الفلفل عندما أجريت معاملة النقع على حرارة ٥°م لمدة ١٠ أيام. وأدى حفظ البذور التى نقعت فى المحاليل ذات الضغط الأسموزى العالى فى حرارة ٥°م – وهى مبتلة – على حرارة ٥°م لمدة ١٠ أيام إضافية .. أدى ذلك إلى زيادة سرعة إنبات البذور دون أن تؤثر تلك المعاملة فى حيويتها (Giulianini وآخرون ١٩٩٢)

• أدى نقع بذور الفلفل فى محلول كلوريد الصوديوم بتركيز ٠,٢ مولارًا (–٠,٩٨ ميجا باسكال MPa) على حرارة ٢٣°م لمدة ٥ أيام .. أدى ذلك إلى إسراع الإنبات على حرارة ١٥–٢٣°م وقد كان تأثير المعاملة فى إسراع الإنبات أقوى عندما استنبتت البذور فى حرارة ٢٣°م عما عندما كان الاستنبات فى حرارة ١٥°م، كما ضَعُف تأثير المعاملة بزيادة التركيز المولارى لمحلول كلوريد الصوديوم إلى ٠,٤ أو ٠,٦ (–١,٧٧، و –٢,٦٦ ميجا باسكال، على التوالى) (Carter ١٩٩٤).

• عندما أضيف بروجب Pro-Gibb (حامض جبرلليك) بمعدل ٤ ميكروجرام/جرام من البذور إلى محلول كلوريد الصوديوم بتركيز ٠,٣ مولار .. أدت معاملة نقع بذور الفلفل الجلابينو فى هذا المحلول لمدة ٥ أيام على حرارة ٢٣°م إلى زيادة سرعة إنبات البذور على حرارة ١٥°م، مقارنة بمعاملة النقع فى محلول كلوريد الصوديوم فقط أما معاملة النقع فى محلول حامض الجبرلليك فقط فإنها لم تكن مجدية نظرًا لإنبات أكثر من ٧٠٪ من البذور أثناء المعاملة ذاتها (Carter ١٩٩٧).

• على الرغم من أن بذور الفلفل البابريكا المعاملة بالنقع (primed) تجاريًا كانت أسرع فى الإنبات عن نظيرتها التى لم تعط هذه المعاملة عند زراعتهما فى الحقل

مباشرة، فإنه لم توجد أى فروق بينهما عندما تم توحيد أعداد النباتات بين المعاملتين بالخف (Cooksey وآخرون ١٩٩٤).

• أدى نقع بذور الفلفل فى محاليل ذى ضغط أسموزى عال إلى إسراع الإنبات على ٢٠°م، وكانت أفضل المعاملات هى النقع فى محلول ٠,٢ مولاً من نترات البوتاسيوم لمدة ٥ أيام على حرارة ٢٠°م، وفى محلول ٠,٢ مولار من فوسفات أحادى البوتاسيوم KH_2PO_4 لمدة ٢٠ يومًا على حرارة ١٥°م. وكان إنبات البذور المجففة بعد معاملة النقع أفضل عندما أجرى التجفيف على حرارة ٢٥°م عما كان عليه الحال عندما كان التجفيف على حرارة ١٥ أو ٢٠°م وقد كانت المعاملة بالرش على فترات بالمحلول (الذى يُعاد ضخه والرش به) مماثلة لمعاملة النقع على ورق ترشيح مبلل بالمحاليل، بينما كان تمرير فقاقيع من الهواء فى محاليل نقع البذور أقلها تأثيرًا (Lee وآخرون ١٩٩٧).

• تبعا لـ Kang وآخرين (١٩٩٧ أ)، فإن بذور الفلفل التى نقعت فى محلول من فوسفات البوتاسيوم K_3PO_4 بتركيز ٢٠٠ مللى مولار لمدة ٧ أيام على حرارة ٢٠°م كانت أسرع إنباتًا على حرارة ١٥°م مقارنة بالبذور التى نقعت فى الماء، بينما لم يكن هناك فرق بين نقع البذور فى نترات البوتاسيوم (معاملة الـ Seed Priming) والنقع فى الماء (معاملة الـ Seed Imbibition) عندما استنبتت البذور بعد ذلك فى حرارة ٢٠°م. ويعنى ذلك أن الـ Seed priming يفيد فى زيادة سرعة إنبات البذور، وخاصة فى الحرارة المنخفضة.

وقد أوضحت تلك الدراسة – كذلك – أن المعاملة بمثبط تمثيل البروتين السيكلوهكسيمايد Cycloheximide، أو بمثبط تمثيل الرنا - كورديسيبين Cordycepin قللت من فاعلية معاملة الـ Seed Priming، وكان السيلكوهكسيمايد أكثر تأثيرًا. كما أن كميات الأحماض الأمينية والبروتينات المتسربة من البذور كانت أكثر فى معاملة النقع فى الماء عما كان عليه الحال فى معاملة النقع فى محلول نترات البوتاسيوم. ويعنى ذلك أن معاملة إلى Seed Priming لعبت دورًا إيجابيًا فى تنظيم نفاذية الأغشية الخلوية. وقد ازداد محتوى البذور التى أعطيت معاملة الـ Priming .. ازداد محتواها تدريجيًا من

البروتينات الذائبة فى الماء خلال فترة المعاملة التى امتدت لمدة ٧ أيام، بينما كانت الزيادة فى محتوى البذور – التى أعطيت معاملة النقع فى الماء – من البروتينات الذائبة – مؤقتة، ثم حدث نقص فيها بعد ٥ أيام. وقد كان مرد ذلك إلى اختلاف بذور المعاملتين فى معدل التسرب الأيونى منهما. وقد لوحظ أن البذور التى أعطيت معاملة الـ Priming قد اختفى من غلافها البذرى بروتينًا قدر وزنه الجزيئى بنحو ١٤,٣ كيلو دالتون.

* أدى مجرد نقع البذور فى الماء المعدل فيه الـ pH إلى ١٣,٢ لمدة ٧ أيام على حرارة ٢٠°م إلى إسراع الإنبات بعد ذلك على حرارة ١٥°م، وتشابهت المعاملة فى هذا التأثير مع معاملة مماثلة للنقع فى محلول فوسفات البوتاسيوم K_3PO_4 بتركيز ٢٠٠ مللى مولار وله نفس الـ pH (١٣,٢). كذلك أحدثت معاملة النقع فى pH ٣,٠ تأثيرات مماثلة على سرعة الإنبات، ولكن بدرجة أقل. وكان تأثير معاملات النقع فى pH ١٣,٢ (سواء أكانت فى الماء، أم فى محلول فوسفات البوتاسيوم) مصاحبًا بزيادة ملحوظة فى البروتين الذائب فى البذور المعاملة، مقارنة بما فى البذور غير المعاملة. كما تبين أن أحد أنواع البروتينات (١٤,٣ كيلو دالتون kD) التى ظهرت فى الغلاف البذرى للبذور التى عوملت بالنقع فى الماء أو فى محلول فوسفات البوتاسيوم عند pH ٣,٠ أو ٦,٠ اختفى عندما كان الـ pH ١٣,٢. كذلك ازداد نشاط عدة إنزيمات (هى: fructase-bisphosphate aldolase، و isocitrate lyase، و isocitrate dehydrogenase، و malate dehydrogenase) عندما كان النقع فى pH ١٣,٢ مقارنة بالنقع فى pH ٣,٠ أو ٦,٠ (Kang وآخرون ١٩٩٧ ب).

تخزين البذور المستنبتة

أمكن تخزين بذور الفلفل المستنبتة – بحالة جيدة – لمدة ٦٣ يومًا، وذلك بحفظها فى أكياس "زبلوك" Ziploc (ماركة تجارية معينة) على حرارة ٧°م بعد تفريغها من الهواء، أو إحلاله بالنيتروجين ثم لحامها. وقد كانت استطالة الجذير فى هذه الظروف بطيئة للغاية (Ghate & Chinnan ١٩٨٧).

كما أمكن حفظ بذور الفلفل المستنبتة لمدة ٣ شهور على حرارة ٤°م فى أوعية زجاجية محكمة الإغلاق بعد تجفيفها سطحيًا لمدة ٣ ساعات على حرارة ٢٠°م، حيث كانت

رطوبتها عند بداية التخزين ١٧,٢٪. وقد كان إنبات هذه البذور على ١٥°م بعد ٣ شهور من التخزين أسرع من إنبات البذور التي جففت بعد استنباتها – وقبل تخزينها – لمدة ٣ ساعات على حرارة ٣٥°م والتي كانت رطوبتها عند بداية التخزين ٧,٨٪ (Jeong & Cho ١٩٩٦).

التأثير الفسيولوجي لبعض المعاملات الأخرى على إنبات البذور

معاملة النقع في هيبوكلوريت الصوديوم

على الرغم من أن معاملة نقع بذور الفلفل في محلول من هيبوكلوريت الصوديوم تؤدى إلى تخليصها من بعض مسببات الأمراض إلا أن لهذه المعاملة تأثيرات سلبية على كل من نسبة الإنبات وسرعته، ويزداد هذا التأثير السلبي في البذور المستخلصة حديثًا عما في البذور التي خزنت لمدة ١٠ شهور. وفي التراكيزات العالية (٣٪ أو أعلى) من هيبوكلوريت الصوديوم، وبانخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة التي تنقع عليها البذور (إلى ١٥ أو ٣٥°م على التوالي)، وبزيادة فترة النقع إلى ٢٠ دقيقة (Khan & Passam ١٩٩٢).

علاقة اتجاه نمو التفرعات الجذرية باتجاه نمو الأوراق الفلقية

تتميز بعض الأنواع النباتية بنظام خاص في الاتجاه الذي تنمو فيه الجذور الجانبية فتنمو الجذور الجانبية في بنجر السكر دائمًا في اتجاه شرقي – غربي، وتنمو في قمح الشتاء وحشيشتي flaxweed، و stink weed دائمًا في اتجاه شمالي – جنوبي، أما القمح الربيعي، والشعير الربيعي .. فإن تفرعاتها الجذرية تنمو في جميع الاتجاهات وقد قدمت بعض التفسيرات لذلك، منها الاستجابة للمجال المغناطيسي magnetotropism، وللجاذبية والمغناطيسية معًا geomagnetotropism، وذلك بالإضافة إلى التأثير الوراثي، وتأثير الممارسات الزراعية.

وفي دراسة أجراها Dufault وآخرون (١٩٨٧) على عدة أصناف من الفلفل الحلو .. وجد ارتباط قوى بين اتجاه نمو الأوراق الفلقية، واتجاه نمو التفرعات الجذرية. وقد حاولوا الاستفادة من هذه الظاهرة في التحكم في اتجاه نمو التفرعات الجذرية، بحيث تكون في الاتجاه المناسب للتخطيط، ولإجراء العمليات الزراعية كان التخطيط في هذه الدراسة في اتجاه شمالي – جنوبي، وشتلت النباتات بحيث كان اتجاه الأوراق الفلقية

إما مع اتجاه التخطيط، أو عموديًا عليه، أو عشوائيًا دون التزام باتجاه معين. وقد عزقت المعاملات بعد ذلك إما عزقًا عميقًا (٩ سم)، أو سطحيًا (٣ سم) بعد ٣، و ٥، و ٧ أسابيع من الشتل. وقد أوضحت الدراسة أن أقل محصول كلي، ومحصول مبكر كان في المعاملة التي شتلت فيها البادرات بحيث كانت الأوراق الفلقية في اتجاه خط الزراعة، ثم معاملة الشتل العشوائي. بينما كان أعلى محصول في المعاملة التي شتلت فيها البادرات بحيث كانت الأوراق الفلقية في اتجاه شرقي – غربي؛ أي متعامدة على خط الزراعة. وقد أدى العزق العميق إلى نقص المحصول، بالمقارنة بالعزق السطحي. وعندما درسوا اتجاه الجذور عند الزراعة بالبذرة مباشرة .. وجدوا أن التفرعات الجذرية تنمو في أي اتجاه (أي أنها monodirectional).

وقد فسّر الباحثون نتائج هذه الدراسة على أساس أن البادرات التي شتلت بحيث كانت أوراقها الفلقية في اتجاه شرقي – غربي نمت معظم تفرعاتها الجذرية متعامدة على اتجاه التخطيط، فاستفادت بذلك بدرجة أكبر من الأسمدة التي أضيفت إلى جانب النباتات في اتجاه التخطيط، ومن الري السطحي خلال قنوات الري. كما كانت جذور هذه النباتات بعيدة عن وسط الخط حيث تتجمع الأملاح، إلا أن العزق العميق أدى إلى تقطيع جزء كبير من جذور هذه النباتات نظرًا لأن نموها كان في مكان العزق إلى جانب خط الزراعة. وقد استخلص الباحثون من ذلك أنه قد يمكن التحكم في اتجاه النمو الجذري عند الشتل عن طريق شتل البادرات – بحيث تكون أوراقها الفلقية في اتجاه النمو الجذري المرغوب – وعند الزراعة بالبذرة مباشرة في الحقل الدائم، وذلك بالإبقاء على البادرات التي تكون أوراقها الفلقية في الاتجاه المرغوب، مع خف البادرات الأخرى.

التأثير الفسيولوجي للملوحة الأرضية

أدت زيادة ملوحة المحاليل المغذية من صفر إلى ١٠٠ مللي مولار من كلوريد الصوديوم إلى نقص تراكم المادة الجافة في نباتات الفلفل. ومن بين أربعة أصناف تم اختبارها كان الصنف إتش دي أي ١٧٤ HDA 174 أفضلها نموًا في تركيز ٥٠ مللي من كلوريد الصوديوم، كما كان أكثرها تراكمًا للصوديوم في الأوراق. وقد نقص –

بصورة عامة – تركيز البوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، بينما ازداد تركيز الصوديوم والزنك فى الأعضاء النباتية بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحاليل المغذية. وكان النمو النباتى أضعف ما يمكن عندما بلغ تركيز الصوديوم فى نصل الورقة بين ٠,٥٪، و ٤٪ على أساس الوزن الجاف (Cornillon & Palloix ١٩٩٥، و ١٩٩٧).

وفى دراسة أخرى أدت زيادة تركيز الملوحة من ٥٠ إلى ١٠٠ مللى مولار من كلوريد الصوديوم فى المحاليل المغذية إلى نقص النمو النباتى، وزيادة محتوى النباتات من كل من الصوديوم، والكلور، والبرولين، وزيادة مقاومة الثغور، بينما انخفض محتوى النباتات من كل من البوتاسيوم، والنيتروجين الكلى، والكلوروفيل (Gunes وآخرون ١٩٩٦) كذلك أدت زيادة الملوحة بين صفر و ١٠٠ مللى مكافئ من كلوريد الصوديوم/لتر فى المحاليل المغذية إلى نقص محتوى الأوراق من البوتاسيوم، والفوسفور، والكالسيوم، وزيادة محتواها من الصوديوم، بينما أدت زيادة الملوحة إلى زيادة محتوى الثمار من جميع تلك العناصر (Gomez وآخرون ١٩٩٦).

هذا ولم يتأثر الفلفل بالملوحة العالية حتى ٦٠ مللى مولار فى المحاليل المغذية، ولم يتجه أى من الصوديوم إلى الأوراق أو الثمار، وإنما تراكم فى نسيج النخاع فى قاعدة الساق وفى الجذور، بينما تناقص تركيز الصوديوم تدريجيًّا فى خلايا النخاع وفى العصير الخلوى باتجاه القمة النامية للنبات Blom-Zandstra وآخرون ١٩٩٨)

التأثير الفسيولوجى لدرجة الحرارة

إنبات البذور

يتأثر إنبات بذور الفلفل سلبيًا بارتفاع درجة الحرارة إلى ٣٥°م، بينما تنخفض نسبة الإنبات إلى أقل من ٥٪ فى حرارة ثابتة مقدارها ٤٠°م، إلا أن تباين الحرارة بين ٤٠°م نهارًا، و ٢٥، أو ٣٠، أو ٣٥°م ليلاً يقلل من الأثر الضار للحرارة المرتفعة نهارًا، ويزداد التأثير الإيجابى للحرارة المنخفضة ليلاً بزيادة الفرق بين درجتى حرارة الليل والنهار. ومن بين سبعة أصناف تم اختبارها كان أكثرها قدرة على الإنبات فى حرارة ثابتة مقدارها ٣٥°م الصنفين مِركورى Mercury، و يولو واندر بى Yolo Wonder B. ويعد هذا التأثير السلبى للحرارة العالية على إنبات البذور نوعًا من السكون الحرارى، حيث

أن معظم البذور التى لم تنبت فى حرارة ٤٠°م لم تكن فاقدة الحيوية، كما كانت نسبة البذور الفاقدة الحيوية من تلك التى لم تنبت فى حرارة ٢٥°م أعلى من نظيرتها التى لم تنبت فى حرارة ٤٠°م (Coons وآخرون ١٩٨٩).

وقد أمكن التغلب على هذا السكون الحرارى فى ٤٠°م فى بذور صنف الفلفل جالابينو إم Jalapeno M بمعاملة البذور بكل من حامض الجبريلليك GA_3، والإثيفون معًا، حيث كانت نتائج المعاملات المختلفة، كما يلى (Carter & Stevens ١٩٩٨).

المعاملة	الإنبات (٪)
الاستنبات فى حرارة ٢٥°م	٩٩
الاستنبات فى حرارة ٤٠°م	صفر
الاستنبات فى حرارة ٤٠°م مع سبق النقع فى الماء لمدة ٧ أيام	٤٠
الاستنبات فى حرارة ٤٠°م مع المعاملة بالإثيفون (٣,٥ مللى مولار)	٥٠
الاستنبات فى حرارة ٤٠°م مع المعاملة بالـGA_3 (٣,٠ مللى مولار)	٧٩
الاستنبات فى حرارة ٤٠°م مع المعاملة بكل من الإثيفون والـGA_3	٩١

نمو الشتلات

يزداد النمو الخضرى والنمو الجذرى لشتلات الفلفل بارتفاع درجة الحرارة، وتعد حرارة بيئة نمو الجذور هى الأكثر تأثيرًا فى هذا الشأن. وقد حُصِلَ على أعلى معدل للنمو فى الشتلات التى كانت بعمر ٦٠ يومًا عندما تراوحت حرارة الهواء بين ١٨، و ٢٣°م، ودرجة حرارة التربة بين ١٨، و ٢٨°م، وكلن انخفضت الحرارة المثلى التى صاحبها أفضل نمو بزيادة العمر المتوقع للشتلات قبل شتلها، حيث كان المدى الحرارى المناسب ١٣–٢٣°م للهواء، و ١٣–٢٧°م للتربة بالنسبة للشتلات التى كانت بعمر ٧٥ يومًا، و ١٣–١٨°م للهواء، و ١٨°م للتربة بالنسبة للشتلات التى كانت بعمر ٩٠ يومًا. وقد أدى ارتفاع درجة الحرارة الهواء أو التربة إلى زيادة سرعة تميز الأزهار (Choe وآخرون ١٩٩٤).

وقد أوصى Pak وآخرون (١٩٩٦) بالمحافظة على درجة حرارة لا تزيد عن ٢٤°م نهارا عند إنتاج الشتلات لكى تكون الشتلات الناتجة مندمجة النمو، ولكن مع رفع

درجة الحرارة ليلاً عن ٢٠°م لكى يرتفع متوسط درجة الحرارة اليومى، الأمر الذى يسمح بتهيئة النباتات للإزهار مبكرًا.

النمو النباتى والإزهار

وجد أن نمو وإزهار نباتات الفلفل يرتبطان إيجابيًّا بدرجة الحرارة. كذلك فإن عدد الأوراق التى تتكون بعد الأوراق الفلقية حتى إزهار النبات يقل بارتفاع كل من درجتى حرارة الهواء والتربة (Khan & Passam ١٩٩٢، وعن Si & Heins ١٩٩٦). وعلى خلاف الطماطم التى يؤدى تعريض بادراتها لحرارة ١٠°م إلى تبكير الإزهار ليصبح عند عقد أقرب إلى قاعدة النبات، فإن هذه المعاملة تؤدى فى الفلفل - إذا أجريت قبل تكوين مبادئ الأزهار - إلى زيادة عدد الأوراق المتكونة - قبل ظهور أول زهرة - بورقة واحدة أو ورقتين.

هذا . وتزداد ساق نبات الفلفل طلاً مع كل ارتفاع فى درجة حرارة النهار وانخفاض فى درجة حرارة الليل، أى مع الزيادة فى الفرق الموجب بين درجتى حرارة النهار والليل. وقد أوضحت دراسات Si & Heins (١٩٩٦) أن ارتفاع درجة حرارة النهار وزيادة الفرق الإيجابى بين درجتى حرارة النهار والليل أثّر إيجابيًا وبصورة معنوية على جميع دلائل النمو المقيسة (مثل طول الساق فى البادرة، وطول السلاميات، وقطر الساق، ومساحة الورقة، وعدد السلاميات والأوراق، وحجم النبات، والوزن الجاف للنمو الخضرى)، كما أثّرت إيجابيًّا كذلك على نسبة الجذور إلى النمو الخضرى، وأدى إلى زيادة دكنة اللون الأخضر فى أوراق النبات. أما العقدة التى ظهرت عندها أول زهرة فإنها ارتبطت بحرارة الليل، حيث كان عدد العقد التى تكونت حتى ظهور أول زهرة فى حرارة ليل ٢٦°م أقل بمقدار ١,٢ عقدة مما فى حرارة ليل ١٤°م.

وقد قارن Mercado وآخرون (١٩٩٧ أ) تأثير تعريض نباتات الفلفل لحرارة مرتفعة (٢٩°م نهارا مع ٢٠°م ليلاً)، أو منخفضة (٢٥°م نهارًا مع ١٤°م ليلاً) لمدة ٦٠ يومًا، ووجدوا أن معاملة الحرارة المنخفضة أحدثت - مقارنة بمعاملة الحرارة المرتفعة - التأثيرات التالية

١ - نقص طول النمو الخضرى، وعدد الأوراق، والوزن الجاف للنمو الخضرى بنسب تراوحت بين ٥٠٪، و ٧٠٪.

٢ – زيادة فى عدد النموات الجانبية.

٣ – زيادة فى محتوى الأوراق من الكلوروفيل والبروتين الذائب، والنيتروجين الكلى.

٤ – نقص فى محتوى الأوراق من السكروز، مع زيادة فى محتواها من النشا.

٥ – زيادة فى تحمل النباتات لأضرار البرودة لدى تعريضها لحرارة ٦°م لأربع ليال.

وأوضحت دراسات Liu وآخرين (١٩٩٦) أن تمثيل البروتين كان ضروريًّا لأجل تقسية الفلفل للتأقلم على الحرارة العالية.

التأثير الفسيولوجى للفترة الضوئية وشدة الإضاءة

تأثير الفترة الضوئية

وجد أن مبادئ الأزهار لا يتأثر تكوينها فى الفلفل بطول الفترة الضوئية. حيث تكونت فى وقت واحد فى فترات ضوئية تراوحت بين ٧، و ١٥ ساعة، إلا أن زيادة الفترة الضوئية إلى ٢٤ ساعة (أى جعل الإضاءة مستمرة) أخّر تكوينها لمدة ٥–٩ أيام ولذا يمكن القول بأن إزهار الفلفل يتأثر كميًّا بالفترة الضوئية القصيرة Quantitative Short Day

وتؤدى الحرارة العالية والفترة الضوئية الطويلة إلى تحفيز التفرع الثنائى، والإزهار المزدوج، بينما تؤدى حرارة الليل المنخفضة والفترة الضوئية القصيرة إلى تحفيز التفرع الثلاثى، والإزهار المفرد

وعلى خلاف الباذنجان الذى تصاب أوراقه بالاصفرار إذا تعرضت لإضاءة مستمرة، فإن الفلفل لا يتأثر سلبيًّا بهذه المعاملة، بل إن أوراقه يزداد محتواها من الكلوروفيل (Murage & Masuda ١٩٩٧). وفى دراسة تالية (Masuda & Murage ١٩٩٨) وجد أن تعريض شتلات الفلفل لإضاءة ضعيفة مستمرة أدت إلى زيادة وزنها الجاف، وعدد الأوراق فيها، وزيادة الوزن النوعى لأوراقها، وزيادة عقد ثمارها، مقارنة بالنباتات التى عُرِّضت لإضاءة عادية لمدة ١٢ ساعة فقط

تأثير شدة الإضاءة

يعتبر الفلفل من أبطأ محاصيل الخضر، ليس فى إنبات البذور وبزوغ البادرات

فقط – وإنما كذلك فى نمو البادرات والنباتات، فهو – على سبيل المثال – أبطأ من الطماطم والخيار فى معدل النمو النسبى Relative Growth Rate بمقدار ٢٥٪، ويرجع ذلك إلى بطء الفلفل فى تكوين مساحات ورقية جديدة، بينما يزداد فيه سمك الأوراق (الوزن النوعى للورقة Specific Leaf Weight) مقارنة بالنوعين الآخرين.

ويمكن تقليل سمك أوراق الفلفل وزيادة نسبة مساحة الأوراق إلى الوزن الكلى للنبات (نسبة المساحة الورقية Leaf Area Ratio)، وذلك بخفض شدة الإضاءة.

كذلك يزداد معدل ظهور الأوراق الجديدة فى الفلفل بزيادة شدة الإضاءة.

وتؤدى الإضاءة القوية (٢٨ ميجا جول/م٢ MJm^{-2}) إلى نقص محصول الفلفل الكلى بمقدار ١٩٪ والمحصول الصالح للتسويق بمقدار ٥٠٪ مقارنة بمحصول النباتات المظللة قليلاً بداية من الشتل. وقد كانت معاملة التظليل مصاحبة بنقص فى نسبة الثمار المصابة بلسعة الشمس، وبزيادة فى حجم الثمار، وأيضًا بزيادة فى المساحة الورقية. هذا .. إلا أن محصول الفلفل يزداد بزيادة شدة الإضاءة طالما بقيت درجة الحرارة فى المدى المناسب، وما توفرت الرطوبة الأرضية التى تحتاجها النباتات فى هذه الظروف (عن Wein ١٩٩٧).

التأثير الفسيولوجى للرطوبة النسبية

وجد أن زيادة الرطوبة النسبية ليلاً تؤدى إلى زيادة متوسط وزن الثمرة مقارنة بالإنتاج فى ظروف الرطوبة النسبية الأقل خلال الليل. هذا .. إلا أن التغيرات فى الرطوبة النسبية ليلاً، أو نهارا لم يكن لها أية تأثيرات معنوية على النمو الخضرى، أو المحصول المبكر، أو الكلى (Bakker ١٩٨٩ ب).

التأثير الفسيولوجى لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون

يستجيب الفلفل فى الزراعات المحمية كثيرًا لزيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى هواء الصوبة؛ إذ يؤدى ذلك إلى زيادة نسبة العقد، والمحصول المبكر. وبالنسبة للمحصول الكلى فإن زيادة مقدارها ٢٠٠ جزء فى المليون فقط فى تركيز الغاز كانت كافية لزيادة عدد الثمار بنسبة ٦٠٪. وقد أصبحت التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون من

الإجراءات العادية فى إنتاج الفلفل فى الزراعات المحمية فى هولندا (عن Wien ١٩٩٧).

وقد وجد أن زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون لم تؤثر على عـدد أوراق النبـات، ولكنها أحدثت أكثر من ٥٠٪ زيادة فى ارتفـاع النبـات (عـن Heuvelink & Marcelis ١٩٩٦).

التأثير الفسيولوجى للشدّ الرطوبى

يستدل من نتائج دراسات El-Sayed (١٩٩٢) ازدياد تراكم البرولين فى أوراق وجذور الفلفل (وخاصة فى الجذور) مع ازدياد الشدّ الرطوبى الذى تتعرض له النباتـات. كذلـك لاحظ الباحث مايلى:

١ – انخفض نشاط إنزيم Proline Dehydrogenase فى أوراق وجـذور النباتـات مـع زيادة الشد الرطوبى إلى أن وصل النقص فى نشاط الإنزيـم إلى ٨٥٪ فـى أقصـى درجـات الشد الرطوبى.

٢ – كان نشاط إنزيم Proline oxidase فى نباتات معاملة الشـاهد أعلـى بكثـير فـى الجذور مما فى الأوراق.

٣ – هذا .. بينما ثُبِّط نشاط إنزيم Proline oxidase – تحت ظروف الشد الرطوبى – بدرجة أعلى بكثير فى الجذور عنها فى الأوراق.

ارتباطات النمو

يرتبط النمو الخضرى لنبات الفلفل سلبيًا مع نمو الثمار، الأمـر الـذى يؤثـر سـلبيًا – بدوره – على محصول الثمار.

وكمثال عملى على ذلك .. نجد أن الفلفل يربى فى الزراعـات المحميـة – عـادة – على ساقين، مع إزالة جميع الفروع القاعدية والعلويـة الأخـرى أثنـاء تكوينـها، كذلـك يمنع عقد الثمار عند العقد العشر الأولى بإزالة الأزهار المتكونة، ويكون الهدف مـن ذلـك هو إتاحة الفرصة لتكوين نمو خضرى قوى قبل بدء الإثمار. ويـترتب علـى ذلـك تأخـير بداية الإثمار فى الزراعات المحمية مقارنـة بمـا حـدث فـى الزراعـات الحقليـة، إلا أن الإثمار يستمر لفترة طويلة قد تمتد لثمانية أشهر فى الزراعـات المحميـة، مقارنـة بنحـو

٢-٣ شهور فقط من الإنتاج فى الزراعات الحقلية. وربما كان من الأفضل رفع درجة الحرارة فى البيوت المحمية لأجل إسراع النمو الخضرى، والاستغناء عن عملية إزالة الأزهار (عن Wein ١٩٩٧).

ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة نهارًا إلى زيادة تراكم المادة الجافة فى الثمار، وتثبيط النمو الخضرى فى أصناف الفلفل ذات الثمار الكبيرة، بينما يزداد النمو الخضرى طرديًا مع الارتفاع فى درجة الحرارة نهارًا فى أصناف الفلفل ذات الثمار الصغيرة (Takagaki ١٩٩٣).

وتكون نسبة عقد الثمار أقل فى الأجزاء العليا من النبات منها عند قاعدته، بسبب حصول الثمار الأولى فى التكوين على معظم الغذاء المجهز ومنافستها للأزهار العليا على ذلك الغذاء.

هذا .. بينما لم يجد Heuvelink & Marcelis (١٩٩٦) تأثيرًا لتوفر الغذاء المجهز على معدل ظهور الأوراق الجديدة خلال مرحلة النمو الزهرى والثمرى، ولكن توفر الغذاء المجهز أدى إلى زيادة مساحة الأوراق.

ويبلغ معدل البناء الضوئى فى أوراق الفلفل أعلى مدى له عندما تزيد مساحة الورقة عن ١٠ سم^{٢}، وتحتفظ الأوراق بكفاءتها العالية فى البناء الضوئى لمدة طويلة بعد ذلك.

ويمكن لثمار الفلفل أن تُصنّع جزءًا من الغذاء المخزن فيها، ولكن الجانب الأكبر مما تحتويه من غذاء يصل إليها من الأوراق.

عقد الثمار

تكوين الأمشاج الأنثوية

يمر تكوين الأمشاج الأنثوية Female Gametogensis فى الفلفل – من بداية الانقسام الاختزالى حتى بداية انقسام الزيجوت – بالمراحل التالية (Greenleaf ١٩٨٦).

عدد الأيام بالنسبة لتفتح الزهرة	الحدث
٤-	الانقسام الاختزالى (الميوزى) Meiosis
٣-	تكوين أربع خلايا جرثومية Microspore Tetrad

عدد الأيام بالنسبة لتفتح الزهرة	الحَدَث
٢-	تكوين كيس جنينى وحيد النواة Uninucleate ES
١-	تكوين كيس جنينى ذو ٢-٤ نوايا 2-4 nucleate ES
صفر	تكوين كيس جنينى ذو ٨ نوايا 8 nucleate ES
	تفتح الزهرة والتلقيح
١+	اندثار النواتان القطبيتان Antipodal Nuclei degenerate
	نمو الأنابيب اللقاحية فى القلم
٢+	اندثار إحدى الأنوية المساعدة Dne synergid degenerates
	نمو الأنابيب اللقاحية فى القلم
٣+	الإخصاب Fertilization
٤+	اندثار الأنوية المساعدة الأخرى
٥+	بداية تكوّن الإندوسيرم
	استمرار تكوّن الإندوسيرم
٦+	الانقسام الأول للزيجوت First Zygote Division
	تكوّن الإندوسيرم

التلقيح

تكون مياسم أزهار الفلفل مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح قبل تفتح الأزهار – أى وهى مازالت فى طور النمو البرعمى – ولكن حبوب اللقاح لا تكون مكتملة التكوين إلا عند تفتح الزهرة. وتتفتح معظم الأزهار خلال ساعتين من شروق الشمس، وتتفتح المتوك بعد تفتح الزهرة بفترة وجيزة، ولكنه لا يتم إلا بعد اكتمال امتداد البتلات.

وأفضل حرارة لإنبات حبوب لقاح الفلفل هى ٢٥-٣٠°م. ولكن حبوب لقاح الصنف تباسكو Tabasco (*C. frutescens*) – الذى تتفتح أزهاره غالبًا بين ١٠ صباحًا و ١٢ ظهرًا – تنبت حبوب لقاحه جيدًا فى حرارة تصل إلى ٣٥°م، كما تنبت بدرجة متوسطة فى ٤٠°م.

إن ميسم زهرة الفلفل مفصص ومغطى بسائل لزج تفرزه شعيرات غدية توجد على

سطح الميسم. ويكون استعداد الميسم للتلقيح فى أوجه يوم تفتح الزهرة، وخاصة قبل انفراج البتلات وتفتح المتوك مباشرة، ولكن تستمر المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٤ أيام فى الجو المعتدل البرودة، وقد تستمر فى بعض الأصناف إلى ٧ أيام، بينما تكون مدة استعداد المياسم لاستقبال حبوب اللقاح أقصر فى الجو الحار. وحتى فى الحرارة المنخفضة فإن ميسم الزهرة يتغير لونه فى خلال ٤ أيام من تفتح الزهرة، وينكمش، ويفقد السائل اللزج الذى كان يغطيه.

كذلك تكون حبوب اللقاح فى أوج خصوبتها فى يوم تفتح الزهرة وليس قبل ذلك، بينما تنخفض خصوبتها كثيرًا فى خلال يوم إلى يومين من تفتح الزهرة.

ويمكن حفظ حبوب اللقاح فى درجة الصفر المئوى لمدة ٥-٦ أيام (Rylski ١٩٨٦).

العقد الطبيعى

يتراوح المجال الحرارى الملائم لعقد ثمار الفلفل من ١٢-١٦°م. وتعد درجة الحرارة المنخفضة ليلاً (١٠°م أو ١٥,٥°م) أفضل من درجة الحرارة المرتفعة (٢١°م أو ٢٧°م). وتنخفض درجة حرارة الليل المثلى لعقد الثمار مع تقدم النبات فى العمر.

يتضح مما تقدم .. أن ثمار الفلفل يمكنها العقد فى درجات حرارة أكثر انخفاضًا من تلك التى تعقد عليها ثمار الطماطم، وتعتبر درجة حرارة الليل أكثر أهمية فى التأثير على عقد ثمار الفلفل من درجة الحرارة السائدة نهارًا. فقد وجد لدى تعريض نباتات الفلفل لدرجات حرارة مختلفة ليلاً ونهارًا أن العقد تأثر بدرجة حرارة الليل؛ إذ بلغت نسبة العقد أعلى ما يمكن عندما كانت الحرارة ليلاً ١٥°م، بالمقارنة بدرجات ١٨°م، و ٢١°م، و ٢٤°م، كما تساقطت نسبة عالية من البراعم عندما كانت حرارة الليل ٢٤°م. ولكن لم يتأثر العقد بارتفاع الحرارة نهارًا إلى ٢٨°م لمدة ١٢ ساعة، أو إلى ٢٨°م، ثم ٣٢°، ثم ٢٨°م لمدة ٤ ساعات لكل منها (Went ١٩٦٢، Rylski & Spigelman ١٩٨٢).

لم يحصل Cochran على أى عقد لثمار الفلفل فى حرارة ٣٢-٣٨°م، بينما حدث عقد للثمار فى حرارة ٢١-٢٧°م، وازدادت نسبته فى حرارة ١٦-٢١°م. وتلعب حرارة الليل دورًا رئيسيًا فى هذا الشأن؛ فتساعد حرارة الليل المنخفضة – حتى الأقل من ١٠°م – على زيادة نسبة عقد الثمار. هذا إلا أن ارتفاع الحرارة نهارًا، مع انخفاض شدة

الإضاءة تؤديان إلى سقوط الأزهار عند انخفاض الحرارة ليلاً. وعلى الرغم من أن حرارة الليل المنخفضة تؤدى إلى زيادة نسبة العقد، إلا أنها تمنع التلقيح وتتسبب فى نمو ثمار يقل محتواها من البذور أو ينعدم. وهذه المبايض الزهرية غير المخصبة تسقط عندما تكون حرارة النهار مرتفعة مع ضعف شدة الإضاءة.

وعمليًا .. فإن أفضل حرارة لتأمين عقد جيد للثمار البذرية تتراوح بين ١٧ و ١٨°م، بينما يصاحب حرارة ليل أعلى من ٢١°م سقوط نسبة كبيرة من البراعم الزهرية بدون عقد (عن Rylski ١٩٨٦).

ولأجل زيادة المحصول من الثمار الصالحة للتسويق يلزم توفر حرارة تتراوح بين ٢١، و ٢٣°م خلال فترة النمو الخضرى، وحرارة مقدارها ٢١°م خلال فترة نمو الثمار، مع اختلاف حرارة الليل عن النهار بمقدار ٧-٩°م، وذلك تحت ظروف الإضاءة الضعيفة نسبيًا، مع المحافظة على فارق أكبر من ذلك بين حرارتى الليل والنهار فى ظروف الإضاءة الجيدة (عن Wein ١٩٩٧).

وتبعًا لدراسات سابقة (Bakker ١٩٨٩ أ) .. فإن الفرق بين درجتى حرارة الليل والنهار (استعمل الباحث ١٢ معاملة اختلفت فيها حرارة الليل بين ١٢°م و ٢١°م، وحرارة النهار بين ١٦°م و ٢٨°م) .. لم يكن هذا الفرق مؤثرًا على نمو وتطور نباتات الفلفل، وعقد ثمارها وصفاتها، وإنما كان العامل المهم هو متوسط درجة الحرارة اليومى الذى أثّر (فى حدود المجال المستعمل فى الدراسة) على عقد الثمار، وتطورها، ونضجها.

العقد البكرى للثمار

تُنتج الثمار البكرية فى الفلفل بكثرة عندما يسود الجو حرارة منخفضة ليلاً أثناء مرحلة الإزهار والعقد. كذلك تنتج الثمار البكرية فى ظروف الحرارة المرتفعة ليلاً بالمعاملة بعدد من منظمات النمو، منها: حامض الجبريلليك، ونفثالين حامض الخليك، وباراكلورفينوكسى حامض الخليك 4-CPA، و٢، ٤-د 2,4-D، و 2,4,5-T، والكلوروفلورينول Chloroflurenol. وعندما تحفز معاملة منظمات النمو نمو المبيض والمشيمة فإن الثمار البكرية الناتجة تكون مماثلة فى الحجم للثمار البكرية التى تتكون فى ظروف الحرارة المنخفضة ليلاً.

هذا إلا أن شكل الثمار البكرية التى تنتج من المعاملة بمنظمات النمو يتوقف على نوع منظم النمو المستعمل؛ فمثلاً يحفز الـ 2,4-D النمو العرضى للثمرة فيكون قطرها مماثل لقطر الثمار الطبيعية التكوين، بينما تكون قصيرة؛ فتبدو مبططة وتأخذ شكل ثمرة الطماطم. هذا .. بينما تثبط المعاملة بحامض الجبرلليك نمو الثمرة فى كلا الاتجاهين (عن Rylski ١٩٨٦).

فشل العقد الطبيعى للثمار

إن أهم العوامل التى تؤدى إلى سقوط البراعم الزهرية والأزهار فى الفلفل، مايلى:

١ – الحرارة العالية.

٢ – ضعف الإضاءة.

٣ – نقص الرطوبة الأرضية.

٤ – المنافسة على الغذاء المجهز من قبل الثمار الأولى فى التكوين.

٥ – الإصابات المرضية والحشرية.

ويمكن أن تؤدى تلك العوامل إما إلى تأخير بداية الإزهار، وإما إلى إطالة فترة الإزهار دون عقد للثمار، وإما إلى انتهاء عقد الثمار مبكرًا.

وفى الحالات الشديدة يُسقط النبات جميع براعمه الزهرية وأزهاره المتفتحة، ويلزم – حينئذ – مرور عدة أسابيع قبل أن تتكون وتتفتح أزهار جديدة.

وأكثر أصناف الفلفل حساسية لظروف الإجهاد البيئى التى تؤدى إلى سقوط البراعم الزهرية والأزهار هى الأصناف ذات الثمار الكبيرة الحجم (عن Wein ١٩٩٧).

٦ – الحرارة المنخفضة.

يؤدى انخفاض درجة الحرارة إلى عقد ثمار مشوهة فى الفلفل، ولا ينعدم العقد إلا إذا كان الانخفاض فى درجة الحرارة كبيرًا.

الحرارة العالية

من المعروف أن ارتفاع درجة الحرارة بشدة قبل تفتح الأزهار بنحو ١٣–١٧ يومًا

يؤدى إلى انخفاض حيوية حبوب اللقاح المتكونة، وقلة عقد الثمار. ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى ٣٤-٣٧°م خاصة عندما يكون ذلك مصحوبًا بانخفاض فى الرطوبة النسبية إلى زيادة النتح، ونقص المستوى الرطوبى فى النبات، وسقوط الأزهار والثمار الحديثة العقد. كما تؤدى الحرارة المرتفعة مع الإضاءة الضعيفة - وهى الظروف التى تكون سائدة فى الأقبية البلاستيكية - إلى سقوط الأزهار بدون عقد.

وقد أوضح Cochran منذ عام ١٩٣٦ أن عقد ثمار الفلفل ينخفض فى حرارة ٢٧°م نهارًا مع ٢١°م ليلاً، بينما يتوقف عقد الثمار كلية فى حرارة ٣٨°م نهارًا مع ٣٢°م ليلاً فى البيوت المحمية. وتعد حرارة الليل المرتفعة أشد تأثيرًا على عقد الثمار عن حرارة الليل المرتفعة. كذلك وُجِدَ - تحت ظروف الحقل - أن حرارة تزيد عن ٣٨°م نهارًا، وعن ١٦°م ليلاً كانت كافية لسقوط جميع الأزهار والبراعم الزهرية فى عديد من أصناف الفلفل. وتزداد الحالة سوءًا إذا كانت الحرارة العالية مصاحبة بنقص شديد فى الرطوبة الأرضية (Khan & Passam ١٩٩٢، وعن Wein ١٩٩٧).

وتوجد اختلافات بين أصناف الفلفل فى قدرة أزهارها على تحمل الحرارة العالية قبل أن تتعرض للسقوط، فمثلاً . كان صنف الفلفل الحلو مأوّر Maor أكثر حساسية للحرارة العالية من صنف البابريكا ليهافا Lehava (كلاهما *C. annuum*)، ولكن تلك الحساسية للحرارة العالية تعتمد على شدة الإضاءة. ففى ظروف الحرارة العالية والإضاءة العالية كان الصنف الحلو أقل حساسية من البابريكا، ولكن تحت ظروف الحرارة العالية والإضاءة الضعيفة كان الفلفل الحلو أكثر حساسية. وكان إنتاج الإثيلين فى أزهار الفلفل الحلو المقطوفة والمزروعة فى بيئات صناعية (flower explants) أعلى ما يمكن فى حرارة ٣٤°م، ثم نقص فى درجات الحرارة الأعلى (٤٢ و ٤٨°م)، بينما كان إنتاج الإثيلين فى أزهار البابريكا المماثلة أقل، ووصل إلى أعلى معدل له فى حرارة ٤٢°م. وكانت أزهار الفلفل الحلو المقطوفة والمزروعة أكثر حساسية للمعاملة بالإثيفون عن أزهار البابريكا المماثلة. وقد ارتبطت شدة حساسية مجموعة من أصناف الفلفل للشدّ الحرارى بمدى حساسية أزهارها للمعاملة بالإثيفون أكثر من إنتاجها للإثيلين تحت ظروف الحرارة العالية. ويبدو أن اختلاف أصناف الفلفل فى حساسيتها للحرارة العالية المؤدية إلى سقوط الأزهار يرتبط بكل من مدى إنتاج الأزهار للإثيلين، ومدى حساسية تلك

الأزهار للإثيلين المنتج تحت ظروف الحرارة العالية، ولكن ربما كانت الحساسية للإثيلين المنتج أكثر أهمية فى عملية سقوط الأزهار (Aloni وآخرون ١٩٩٤).

وبينما لم تتأثر خصوبة حبوب لقاح الفلفل أو قدرتها على الإنبات بتعريضها لحرارة ٣٣°م لمدة ٨ ساعات فى عدد من الأصناف، فإن تعريضها لحرارة ٣٨°م أحدث نقصًا شديدًا فى حيويتها، وفى قدرتها على الإنبات بعد ٨-١٠ أيام من المعاملة، وخاصة فى الصنفين نيو آيس New Ace، وثاى شيلى Thai Chilli (Takagaki وآخرون ١٩٩٥).

وقد كان تدهور حيوية حبوب اللقاح وضعف إنباتها فى الحرارة العالية مصاحبًا بتطورات غير طبيعية فى كل من حبوب اللقاح والمتوك، وكانت تلك التطورات غير الطبيعية أشد وضوحًا فى الأصناف الأكثر حساسية للحرارة المرتفعة عما فى الأصناف الأقل حساسية، بينما لم تكن للحرارة أية تأثيرات ملاحظة على أعضاء التأنيث فى الزهرة (Han وآخرون ١٩٩٦).

هذا .. ويسبق سقوط الأزهار والبراعم الزهرية دونما عقد - فى الحرارة العالية - نقص فى نشاط الإنزيم أسيد إنفرتيز acid invertase فى الأزهار، ولكن ليس فى الأوراق النامية القريبة منها؛ مما يدل على أن الأزهار أكثر حساسية للشدِّ الحرارى عن الأوراق (عن Aloni وآخرون ١٩٩٤).

وبمتابعة معدل إنتاج الفلفل للإثيلين خلال مختلف مراحل تكوين الزهرة فى الحرارة العالية (٤٥°م)، كان إنتاج الإثيلين فى البراعم الزهرية للصنف فالنسيا Valencia ١٢٨٩,٤ بيكامول/جم وزن جاف قبل التفتح، وازداد إلى ٩٣٥٢,١ بيكامول/جم وزن جاف فى مرحلة تفتح البتلات. ويعتقد أن تلك المرحلة هى التى قد تفيد فيها المعاملة بمضادات الإثيلين فى منع سقوط الأزهار (Agguirre وآخرون ١٩٩٥).

وقد وجد أن المعاملة بثيوكبريتات الفضة Silver thiosulfate (وهو مركب مضاد لفعل الإثيلين) قللت سقوط البراعم الزهرية، والأزهار أو الثمار الصغيرة فى الفلفل المعرض للحرارة العالية لمدة ٤ أيام، ولكن المعاملة أدت فى الوقت ذاته إلى إنتاج ثمار مشوهة (Aloni وآخرون ١٩٩٥).

ظروف الجفاف

وجد أن تفتح أزهار الفلفل وسقوطها أسرع فى ظروف الجفاف الشديد مع الإضاءة العالية. أما تحت ظروف الجفاف مع الإضاءة الضعيفة، فقد سقطت جميع أزهار النبات قبل تفتحها، وارتبط ذلك بانخفاض فى تراكم المادة الجافة، التى كان تراكمها فى ذلك الوقت أكثر فى الأوراق عما فى السيقان، التى كان تراكم المادة الجافة فيها – بدورها – أعلى مما فى الأزهار والثمار (Jaafar وآخرون ١٩٩٤).

التظليل وضعف الإضاءة

أدى تظليل نباتات الفلفل بنسبة ٩٠٪ لمدة ٦ أيام إلى زيادة الشيخوخة فى أعضاء التكاثر (البراعم الزهرية والأزهار) بنسبة ٣٨٪، مع زيادة إنتاج البراعم للإثيلين، ونقص محتواها من السكريات المختزلة والسكروز. وأدت معاملة أعناق البراعم الزهرية ببادئ الإثيلين ACC إلى سقوطها فى خلال ٤٨ ساعة، وبدا واضحًا أن الإثيلين هو المسئول الأول عن سقوط البراعم الزهرية فى الفلفل. ويلعب إنتاج البراعم للأوكسين دورًا فى منع سقوطها (Wien وآخرون ١٩٨٩).

هذا . وتوجد اختلافات وراثية بين أصناف الفلفل فى مدى تأثر براعمها الزهرية بمعاملة الـ ACC، وفى مدى تكوينها لطبقة الإنفصال وسقوطها لدى تعريضها لمعاملة التظليل (Wein وآخرون ١٩٨٩، و Shifriss وآخرون ١٩٩٤).

وقد كان النقص فى الكفاءة الإنتاجية Net Assimilation Rate، ومعدل النمو النسبى Relative Growth Rate – تحت ظروف التظليل – أكثر فى الصنف شارموك Sharmock الحساس للتظليل (والذى يزداد سقوط براعمه الزهرية بمعاملة شدّ التظليل Shade stress) عما فى الصنف أيس Ace الأكثر تحملاً لمعاملة التظليل. ومقارنة بالصنف أيس .. كان توجه المادة الجافة فى الصنف شارموك بدرجة أقل إلى أعضاء التكاثر وبدرجة أكبر إلى الأوراق النامية (Turner & Wien ١٩٩٤ أ). وقد تبين أن معدل البناء الضوئى فى وحدة المساحة بين الأوراق المعرضة بأكملها للضوء كان أقل – تحت ظروف الإضاءة الضعيفة – فى الصنف شارموك عما فى الصنف أيس، كما كان النقص فى معدل التنفس بالبراعم تحت تلك الظروف أكبر فى شارموك مما فى أيس، بينما كان

تنفس الأوراق أعلى فى شارموك عما فى أيس تحت كل من ظروف الإضاءة العادية والتظليل. وبعد ٣ أيام من بدء معاملة التظليل كان تركيز السكريات فى براعم شارموك أقل جوهريًا مما فى أيس. وقد بدا واضحًا أن حساسية الصنف شارموك لمعاملة التظليل – والتى تؤدى إلى سقوط براعمه الزهرية – ترتبط بنقص فيما يتوجه من غذاء مجهز إلى براعمه، مع زيادة فى استهلاك ذلك الغذاء تحت ظروف شدّ التظليل (Turner & Wein ١٩٩٤ ب).

وفى دراسة أخرى أدت معاملات التظليل لمدة ١٥ يومًا (خفضت خلالها شدة الإضاءة من ٩٢٠ إلى ٥٠٠ أو ٢٠٠ ميكرومول/م^{2}/ثانية)، وتجريد النباتات جزئيًا من بعض أوراقها إلى خفض تراكم السكريات فى الأزهار مقارنة بالكنترول، وإلى سقوط الأزهار. وكان تراكم السكريات والنشا فى أزهار النباتات المظللة للصنفين مأوّر Maor و ٨٩٩ أقل مما فى الصنفين مازوركا Mazurka (وجميعها من الفلفل الحلو)، وليهافا (وهو من أصناف البابريكا) (Aloni وآخرون ١٩٩٦).

وباختبار معاملات تظليل بمقدار صفر، و ٣٠٪، و ٦٠٪ على صنف الفلفل الحلو مازوركا Mazurka، وجد أن تركيز السكروز، والنشا، والسكريات المختزلة فى مبايض الأزهار ازداد بزيادة شدة الإضاءة فى منتصف النهار، فى الوقت الذى ازداد فيه كذلك نشاط إنزيم sucrose synthase، بينما قلّ نشاط إنزيم soluble acid invertase (وهو β-fructofuranosidase). وأدت تغذية أزهار الفلفل المقطوعة والمزروعة فى بيئة آجار – والتى أعطيت معاملة التظليل – أدت تغذيتها بالسكروز إلى زيادة محتواها من السكريات المختزلة، بينما أدت تغذيتها بالسكروز، والجلوكوز، والفراكتوز إلى زيادة نشاط إنزيم sucrose synthase، وإلى تقليل تكوين طبقة الانفصال فى أعناقها (Aloni وآخرون ١٩٩٧).

تكوين طبقة الانفصال

عندما يكون العضو النباتى – ورقة كان، أم زهرة، أم ثمرة ... إلخ – نشطًا فى نموه، فإن الأوكسين الطبيعى ينتشر منه إلى العنق، ليمنع تكون طبقة الانفصال. وتتكون طبقة الانفصال عندما تبدأ مرحلة شيخوخة العضو النباتى، حيث يقل وصول الأوكسين

إلى تلك المنطقة، التى يزداد فيها – حينئذ – تركيز الهرمونات المحفزة للشيخوخة، مثل الإثيلين وحامض الأبسيسك.

وقد وجد أن تعرض نباتات الفلفل لظروف الشدّ البيئى – سواء أكانت حرارة عالية، أم إضاءة ضعيفة – يؤدى إلى تحفيز إنتاج الإثيلين، الذى يبطه انتقال الأوكسين إلى عنق الزهرة؛ مما يؤدى إلى تكوين طبقة انفصال وسقوط الزهرة.

وسائل الحد من ظاهرة فشل العقد

من أهم الوسائل التى يمكن اتباعها للحد من ظاهرة فشل عقد الثمار فى الفلفل، مايلى.

١ – الحد من ارتفاع الحرارة تحت ظروف الحقل بالرى الرش.

٢ – الحد من التأثير السلبى لضعف الإضاءة فى الزراعات المحمية بزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى هواء الصوبة (عن Wein ١٩٩٧).

دور الحرارة المنخفضة فى عقد الثمار المشوهة

أدى تعريض نباتات الفلفل لحرارة ١٢°م ليلاً مع ٢٤°م نهارًا – مقارنة بحرارة ٢٠°م ليلاً مع ٣٠°م نهارًا – إلى نقص خصوبة حبوب اللقاح وعدد البذور/ثمرة جوهريًا. وأدت معاملة النباتات النامية تحت ظروف الحرارة المنخفضة ليلاً بالباكلوباترازول paclobutrazol بتركيز ملليجرام واحد، أو ٠,١ مجم/لتر إلى الحد من تدهور حيوية حبوب اللقاح، وكذلك إلى زيادة محتوى الثمار من البذور، ولكن تلك الثمار كانت أصغر حجمًا من مثيلاتها غير المعاملة بالباكلوبترازول تحت نفس الظروف. ولم تغير تدفئة الجذور فقط إلى ٢٠°م من التأثير السلبى لحرارة الليل المنخفضة على حيوية حبوب اللقاح. وقد كانت حبوب لقاح جميع الأصناف المختبرة حساسة للحرارة المنخفضة، وكان أقلها حساسية الصنفين مجويلينو Miguelino، وجوندلاً Gundilla، وذلك من بين ٨ أصناف تم اختبارها من *Capsicum annuum*، بالإضافة إلى كل من *C. frutescens*، و *C. baccatum* (Mercado وآخرون ١٩٩٧ أ).

كما أدى تعريض نباتات الفلفل لحرارة ١٠ أو ١٥°م ليلاً إلى ضعف حيوية حبوب

اللقاح، ونقص عدد البذور/ثمرة. ووجد عند تفتح الأزهار أن حبوب اللقاح التي تكونت في الحرارة المنخفضة (١٤°م ليلاً مع ٢٥°م نهارًا) كانت أصغر حجمًا، وظهرت في كتل متجمعة، ومنكمشة، وكانت جدرها الخارجية أقل سمكًا مما في حبوب اللقاح التي تكونت في حرارة أعلى (٢٠°م ليلاً مع ٣٠°م نهارًا). وعندما عرضت النباتات النامية في حرارة ٢٠°م ليلاً مع ٣٠°م نهارًا، والحاملة لبراعم زهرية في مراحل مختلفة من التكوين .. عندما عرضت هذه النباتات لحرارة ١٠°م ليلاً تأثر الانقسام الاختزالي والمراحل الأولى لتكوين الخلايا الأمية لحبوب اللقاح في براعمها الزهرية، إلا أن المراحل المتأخرة لتكوين الخلايا الأمية ونضج حبوب اللقاح لم تأثر بالمعاملة ذاتها (Mercado وآخرون ١٩٩٧ ب).

وقد تبين أن حرارة الليل المنخفضة (١٤°م أو أقل من ذلك) تؤثر (في صنف الفلفل مازوركا Mazurka) على كل من عضوى التأنيث والتذكير في الزهرة، فيتأثر عضو التأنيث مورفولوجيًا، بينما تتأثر الخصوبة في عضو التذكير. ومع كل انخفاض في درجة الحرارة يزداد طول القلم في متاع الزهرة، بينما يقل قطر المبيض. كذلك أدت الحرارة المنخفضة إلى ضعف حيوية حبوب اللقاح، وضعف قدرتها على الإنبات، وكانت الثمار العاقدة تحت هذه الظروف مشوهة وخاليا تقريبًا من البذور . وقد أدى تلقيح أزهار النباتات النامية في حرارة ليل مقدارها ١٢°م بحبوب لقاح حُصِلَ عليها من نباتات نامية في حرارة ليل مقدارها ١٨°م إلى زيادة نسبة الثمار الطبيعية المظهر بصورة كبيرة، وأدى تكرار هذه التلقيح اليدوى مرة ثانية وثالثة إلى إحداث زيادات متتالية في حجم الثمار وتحسن في مظهرها (Pressman وآخرون ١٩٩٨).

نمو الثمار وحجمها النهائي

وجد Cochran (١٩٤١) أن منحنى نمو ثمار الفلفل ذو شكل سيجمويد Sigmoid (أى يأخذ شكل حرف S). فقد تبين من دراسته على ثمار الفلفل من صنف بيرفكشن Perfection أن نمو الثمار يمر بالمراحل التالية:

١ – مرحلة يكون فيها النمو بطيئًا، وتبدأ من بداية تكوين البراعم، وتستمر حتى بعد تفتح الزهرة بنحو ٣–٤ أيام.

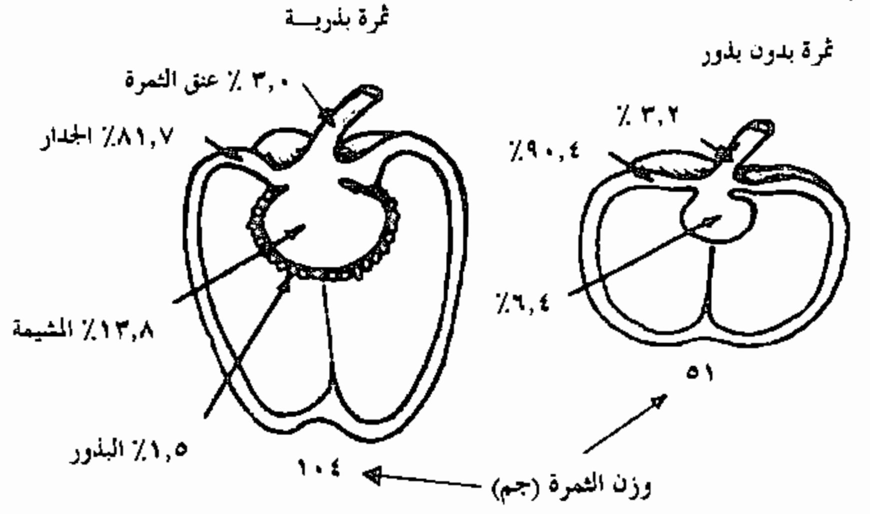
٢ – مرحلة يكون فيها النمو سريعًا، وتستمر لمدة حوالى ٣ أسابيع بعد المرحلة الأولى.

٣ – مرحلة يكون فيها النمو بطيئًا مرة أخرى، وتستمر حتى قرب نضج الثمار.

يتشكل تركيب مبيض زهرة الفلفل – من حيث الشكل العام وعدد الكرابل – فى الفترة التى تسبق تفتح الزهرة، وتحدث الزيادة فى حجم المبيض خلال تلك الفترة عن طريق الانقسام وتكوين مزيد من الخلايا. بينما تحدث الزيادة فى حجم المبيض بعد الإزهار (أى الزيادة فى حجم الثمرة) – أساسًا – عن طريق الزيادة فى حجم الخلايا التى سبق تكوينها فى المرحلة السابقة لتفتح الزهرة. هذا إلا أن عملية انقسام الخلايا تستمر بمعدل منخفض – فى بعض المراحل التالية من تكوين الثمرة – فى الأصناف ذات الثمار الطويلة، وخاصة عند قاعدة الثمرة (عن Wein ١٩٩٧).

وترجع الاختلافات فى حجم الثمار – بدرجة أساسية – إلى اختلاف الأصناف فى عدد الخلايا التى توجد بثمارها، وبدرجة أقل إلى الاختلاف فى حجم خلاياها (Kano وآخرون ١٩٥٧)، وتلك صفات وراثية تختلف من صنف لآخر، إلا أنها ترتبط بشدة مع عدد البذور فى الثمرة.

وتختلف نسب الأجزاء المختلفة التى تتكون منها ثمرة الفلفل (عنق الثمرة، والجدار الثمرى، والمشيمة، والبذور) باختلاف الصنف، وحجم الثمرة، وعدد البذور فيها (شكل ٣–١).



شكل (٣–١): نسب المكونات المختلفة لثمرة فلفل بذرية (على اليسار)، ولابذرية (على اليمين)، وكلاهما من طراز كاليفورنيا وندر.

وعلى سبيل المثال .. وجد Cochran (١٩٦٣) أن ثمرة صنف الفلفل توهارت برفكشن Tuhart Perfection تتكون من الأجزاء التالية: ٧٦,٠٨٪ جدار ثمرى، و ١٦,٣٣٪ مشيمة، و ٤,١٤٪ بذور، و ٣,٤٥٪ عنق ثمرة. ويلاحظ ان المشيمة شكلت نسبة كبيرة نسبيًا من وزن الثمرة.

وتتراوح درجة الحرارة المثلى لعقد الثمار البذرية ونموها بين ١٩، و ٢١°م. وبارتفاع الحرارة ليلاً إلى ٢٤°م يقل عقد الثمار، ولكن يزيد فيها عقد البذور، حيث وصل عدد البذور فيها إلى ١٠٦ بذرات، مقارنة بتواجد ٩٠ بذرة/ثمرة عندما كانت حرارة الليل ٢١°م، و ٧٧ بذرة/ثمرة فى حرارة ليل ١٨°م، و ٥٢ بذرة/ثمرة فى حرارة ليل ١٥°م. وفى الحرارة الأخيرة (١٥°م) كانت ٣٤٪ من الثمار خالية من البذور. وتكون المشيمة طبيعية النمو فى الثمار التى تحتوى على عدد طبيعى من البذور، بينما تكون غير مكتملة النمو فى الثمار غير البذرية أو التى تحتوى على عدد قليل من البذور (Rylski ١٩٧٣، و ١٩٨٦).

ونظرًا لأن نمو ثمرة الفلفل يعتمد على نمو مبيض الزهرة – سواء أكان مخصبًا أم غير مخصب – ونظرًا لأن الإخصاب له تأثير كبير على نمو كلا من البويضات والمشيمة؛ لذا .. فإن النمو المنتظم للثمار يعتمد على عدد البويضات المخصبة، والتى تعطى البذور عندما تكمل نموها. ويتراوح معامل الارتباط بين حجم ثمرة الفلفل وعدد البذور فيها بين ٠,٩٦، و ٠,٩٩ أيًا كانت درجة الحرارة السائدة. هذا إلا أن وزن الثمرة/بذرة يقل بزيادة عدد البذور فى الثمرة؛ ولذا .. فإن وزن الثمرة/بذرة يزيد فى الثمار التى تعقد فى حرارة منخفضة ليلاً عما فى الثمار التى تعقد فى حرارة مرتفعة (Rylski ١٩٧٣).

ويكفى – عادة – عقد نحو ٢٠٪ إلى ٣٠٪ من الحد الأقصى المكن للبذور فى الثمرة الواحدة لكى تعقد وتستمر فى النمو، ولكن الثمار التى تحتوى على عدد كبير من البذور تثبط نمو الثمار التى تليها فى العقد (Marcelis & Baan Hofman-Eijer ١٩٩٧).

كذلك يتناقص وزن ثمرة الفلفل تدريجيًا مع التقدم فى موسم الحصاد (Khan & Passam ١٩٩٢)، ومع زيادة عدد الثمار التى يحملها النبات، ومع أى شدّ بيئى يمكن أن يؤثر سلبيًا على النمو الخضرى للنبات (عن Wein ١٩٩٧).

فالثمار الكبيرة النامية تؤثر سلبيًا على نمو الثمار الأحدث منها فى التكوين، مما يؤدى إلى صغر الثمار التى تتكون أعلى النبات فى الحجم. وقد وجد Ali & Kelly (١٩٩٢) أن هذا التأثير السلبى للثمار الكبيرة على الثمار الأحدث منها يظهر على صورة نقص فى الزيادة فى وزن الثمرة، وطولها، وقطرها، وسمك جدرها، ولكن هذه التأثيرات لم تكن معنوية إلا خلال الأسبوعين الأول والثانى التاليين لعقد الثمرة تحت ظروف الصوبة، ولمدة ٤ أسابيع من العقد تحت ظروف الحقل. أما بعد ذلك .. فلم تكن تلك التأثيرات معنوية. وأوضحت الدراسات التشريحية نقص نشاط انقسام الخلايا، وتكون عدد أقل من طبقات الخلايا فى جدار المبيض فى البراعم الزهرية والثمار الصغيرة التى تعرضت للمنافسة من الثمار الأكبر منها، مقارنة بتلك التى لم تتعرض للمنافسة. ويعنى ذلك أن المحافظة على قوة النمو الخضرى بصفة دائمة ربما يؤمن توفير الغذاء المجهز للبراعم الزهرية والثمار الصغيرة، فلا تتأثر سلبيًا بمنافسة الثمار الكبيرة لها.

وكما أسلفنا .. فإن نمو ثمار الفلفل يأخذ شكل المنحنى الزيجمويد S curve، وينطبق على كل من طول الثمرة، وقطرها، ووزنها الطرى، ووزنها الجاف. وعندما كانت الحرارة ٢٠°م، وصلت ثمار الصنف مازوركا Mazurka إلى طور النضج الأخضر المناسب للحصاد بعد ٤٠-٤٥ يومًا من تفتح الزهرة، واكتسبت الثمار اللون الأحمر بعد ٢٠ يومًا أخرى، هذا .. إلا أن الوزن الطرى للثمرة لم يزدد بأى قدر يعتد به بعد ٤٥ يومًا من تفتح الزهرة، بينما ازداد وزنها الجاف بنسبة ٢٠٪. وقد انخفضت نسبة المادة الجافة فى الثمار من حوالى ١٦-١٨٪ عند تفتح الزهرة إلى نحو ٦-٨٪ بعد ٣٠ يومًا، ثم ارتفعت بعد ذلك إلى ٨-١٠٪. وظلت نسبة المادة الجافة التى احتوتها البذرة من المادة الجافة الكلية للثمار ثابتة تقريبًا خلال جميع مراحل نمو الثمرة، ولكنها تباينت كثيرًا (من صفر إلى ١٨٪) بين ثمرة وأخرى، وذلك حسب محتواها من البذور (Marcelis & Baan Hofman-Eijer ١٩٩٥)

تصل إلى ثمار الفلفل نحو ٥٠٪ من المادة الجافة فى النبات فى كل من الأصناف الكبيرة الثمار (مثل مازوركا)، والصغيرة الثمار (مثل Eug. 3506) على حد سواء (Jan & Chung ١٩٩٨).

وقد كانت مبايض أزهار الفلفل مازوركا Mazurka، والسلالة ٨٩٩ النامية فى حرارة

١٢°م ليلاً أكبر حجمًا عن نظيراتها فى النباتات التى نمت فى حرارة ليل ١٨°م. وأدت معاملة البراعم الزهرية الصغيرة بمركب ثلاثى يوديد حامض البنزويك triiodobenzoic acid (اختصارًا: TIBA) على حرارة ١٨°م إلى زيادة حجم مبايض الأزهار بطريقة مماثلة لتلك التى تصاحب التعرض لحرارة الليل المنخفضة. وبالمقارنة .. فإن المعاملة بنفثالين حامض الخليك NAA كان تأثيرها أقل كثيرًا. هذا .. بينما لم تؤد المعاملة بأى من: ثيوكبريتات الفضة silver thiosulfate، أو أمينو أوكسى حامض الخليك aminooxyacetic acid إلى إحداث أى تغير فى فعل الحرارة المنخفضة أو المعاملة بالـ TIBA. وقد أظهر الفحص الهستولوجى للمبايض الزهرية المتضخمة وجود زيادة واضحة فى كل من طول الخلايا وعرضها مع زيادة بدرجة أقل فى عدد الخلايا فى التخت والمشيمة. ويبدو أن الأوكسينات تلعب دورًا فى زيادة حجم مبيض الزهرة؛ نظرًا لأن المعاملة بالـ TIBA أدت إلى تراكم الأوكسين فى الأعضاء المعاملة، هذا بينما لم يؤثر الإثيلين فى هذا الخصوص (Pressman وآخرون ١٩٩٨).

شكل الثمار

تختلف طريقة تكوين ثمرة الفلفل عنها فى الطماطم والكوسة، من حيث أن شكل المبيض فى الفلفل لا يعطى أى مؤشر إلى الشكل المتوقع للثمرة؛ فمن مبيض كروى عند تفتح الزهرة يمكن أن تكون ثمرة فلفل طويلة. ويتحدد الشكل النهائى لثمرة الفلفل بالتغيرات فى شكل الخلايا واتجاه الانقسامات الخلوية ومدى استمرارها بعد تفتح الزهرة (عن Wein ١٩٩٧).

فيتأثر شكل ثمرة الفلفل أساسًا بعملية انقسام الخلايا التى تحدث فى المرحلة السابقة لتفتح الأزهار. وتحدث بعض الانقسامات فى قاعدة المبيض – وخاصة فى الثمار القمعية الشكل – أثناء تفتح الزهرة وبعد تفتحها. ويتأثر حجم الثمرة بعملية استطالة الخلايا عند تفتح الزهرة وبعد تفتحها. وتوجد منطقة النمو فى الثمرة فى قاعدتها، وخاصة فى الثمار العميقة. أما فى الثمار الناقوسية .. فإن النمو يحدث بصورة متجانسة فى مختلف أجزاء الثمرة (Rylski ١٩٨٦).

وقد وجد أن الزيادة فى الطول تحدث فى الأصناف ذات الثمار الطويلة نتيجة

لانقسام الخلايا فى نفس اتجاه استطالة الثمار لعدة أيام بعد تفتح الزهرة، ثم زيادة الخلايا المتكونة فى الحجم فى نفس الاتجاه أيضًا (Kano وآخرون ١٩٥٧).

وتأخذ ثمار الفلفل الشكل المميز للصنف عندما تسود الجو حرارة معتدلة تتراوح بين ١٨ و ٢٠°م أثناء وبعد تفتح الأزهار (Rylski ١٩٧٣).

ويمكن أن تؤثر درجة الحرارة السائدة قبل تفتح الزهرة على شكل الثمرة؛ فقد أدى تعريض نباتات الفلفل لحرارة عالية ثابتة مقدارها ٣٥°م بداية من مرحلة تكوين الورقة الحقيقة الثالثة حتى مرحلة تكوين عقدة التفريع الثالث، ثم نقلها بعد ذلك إلى حرارة ٢٥°م نهارًا مع ١٨°م ليلاً، أو إلى الحقل .. أدت هذه المعاملة إلى زيادة متوسط عدد الحجرات بالثمرة فى كل الأصناف سواء أكانت ناقوسية أم مخروطية الشكل، مقارنة بمعاملة بقاء النباتات فى حرارة ٢٥°م نهارًا مع ١٨°م ليلاً، ولكن تلك المعاملة الأخيرة أعطت أكبر الثمار حجمًا، بينما كانت أصغر الثمار حجمًا تلك التى أنتجتها النباتات التى وضعت خلال المرحلة الأولى للنمو (من مرحلة تكوين الورقة الحقيقة الثالثة إلى مرحلة تكوين عقدة التفريع الثالث) فى حرارة ثابتة مقدارها ١٨°م. وعلى الرغم من أن عدد المساكن فى ثمار معاملة الحرارة المنخفضة (١٨°م) كان أكبر قليلاً مما فى الحرارة المعتدلة (٢٥°/١٨°م) بصورة دائمة، إلا أن تلك الثمار كانت إلى جانب كونها صغيرة الحجم – قصيرة وغير صالحة للتسويق (Ali & Kelly ١٩٩٣).

وعندما تتكون الزهرة فى حرارة منخفضة تصل إلى ١٠°م – أو أقل من ذلك – ليلاً، فإنها تعطى ثمرة صغيرة مسطحة وفى حرارة ليل أعلى من ١٠°م وأقل من ١٨°م يستمر مبيض الزهرة فى النمو، وتكون الثمرة مدببة فى طرفها الزهرى. وتصل نسبة طول المبيض إلى قطره فى الصنف كاليفورنيا وندر ٠,٩١ فى حرارة ١٨–٢٠°م، بينما تكون النسبة ٠,٧٩ فى حرارة ليل ١٠°م. وتبلغ نسبة طول الثمرة إلى قطرها أقصى مدى لها فى الصنف كاليفورنيا وندر (١,١–١,٤) عندما تكون الحرارة عالية (١٨–٢٠°م) حتى تفتح الزهرة، ثم تنخفض بعد ذلك (عن Rylski ١٩٨٦).

وتجدر الإشارة إلى أن مبايض الأزهار فى النباتات التى تنمو فى حرارة ٨–١٠°م ليلاً – قبل الإزهار – تكون أكبر حجمًا عن نظيراتها التى تتعرض فيها النباتات لحرارة

ليل مقدارها ١٨–٢٠°م. وتتميز الثمار التى تنتج من تلك الأزهار بانخفاض نسبة طول الثمرة إلى عرضها، وببقاء قلم الزهرة فى الثمار المتكونة مع تضخمه (عن Wein ١٩٩٧).

لون الثمار

يرجع لون ثمار الفلفل إلى خليط من صبغات الليكوبين lycopene، والزانثوفيل xanthophyll، والكاروتين carotene، بالإضافة إلى خليط من عديد من الصبغات الأخرى. وتعتبر صبغة الكابسانثين Capsanthin من أهم الصبغات التى توجد فى البابريكا (Purseglove ١٩٧٤). وتوجد المركبات الملونة فى الطبقة الخارجية من الجدار الثمرى (عن Wein ١٩٩٧).

وقد تباينت نسبة الكاروتينات الكلية فى ثمار الفلفل حسب لونها، كما يلى:

لون الثمار	الكاروتينات الكلية (مجم/١٠٠ مجم وزن طازج)
أبيض	صفر
أصفر	٢,٢٤
برتقالى	٢,٤٩
أحمر	٨٥,٥٠

وعلى الرغم من تشابه الثمار الصفراء والبرتقالية اللون كميًّا فى محتواها من الكاروتينات الكلية، فإنهما يختلفان فى نوعية تلك الكاروتينات. وتتشابه أنواع الكاروتينات التى توجد فى الثمار البرتقالية مع تلك التى توجد فى الثمار الحمراء باستثناء اختفاء الكاروتينات القليلة التأكسد من الثمار الصفراء (عن Rylski ١٩٨٦).

وعندما قُدِّر محتوى ثمار الفلفل من الصبغات الكاروتينية بعد ٤، و ٧، و ١٠ أسابيع من تفتح الأزهار، وجد أن الكاروتينات الكلية ازدادت سريعًا بين الأسبوعين السابع والعاشر (Saga & Ogawa ١٩٩٥).

وقد أمكن التعرف على ١١ نوعًا من الكاروتينات فى ثمار الفلفل الحريف الأحمر، بلغ إجمالى تركيزها ٦٥ مجم/١٠٠ جم وزن طازج (Kim وآخرون ١٩٩٧).

وتختلف ثمار الفلفل الصفراء عن الثمار الحمراء اللون من حيث نوعية الكاروتينات السائدة فيها، حيث تحتوى الثمار الصفراء على الكارتينات ليوتين lutein، وفيولازانثين violaxanthin بصفة أساسية مع الزانثوفيلات xanthophylls الأخرى، بينما يختفى الليوتين كلية من الثمار الحمراء، التى تتواجد فيها بصورة أساسية صبغة الكابسانثين capsanthin، وكذلك صبغة الكابسوروبين capsorubin، التى تميز ثمار البابريكا (عن Rylski ١٩٨٦).

وعمومًا . فإن الصبغة الحمراء فى ثمار الفلفل الناضجة تتكون من مجموعة من الكاروتينات أساسها الكابسانثين capsanthin، وكابسوروبين capsorubin، وكربتوزانثين cryptoxanthin. ويؤدى وجود تلك الصبغات إلى حجب الصبغات الصفراء بيتا كاروتين β-carotene، وفيولازانثين violaxanthin التى تكون متواجدة – كذلك – والتى تكون هى السائدة فى الثمار الصفراء عند النضج.

وتوجد المركبات الملونة فى الطبقة الخارجية من الجدار الثمرى (عن Wein ١٩٩٧).

ويبلغ المحتوى الكاروتينى الكلى لثمار الفلفل البابريكا ذات الثمار السوداء *Capsicum annuum* var. *longum nigrum* (صنف *Szentesi Fekete Fuszer*) ٣,٢ جم/١٠٠ جم وزن جاف، وكانت أهم الكاروتينات المتواجدة فيها ونسبتها من المحتوى الكاروتينى الكلى، كما يلى:

الكاروتين	النسبة (٪)
Capsanthin	٤٢
Zeaxanthin	٨
Cucurbitaxanthin A	٦,٦
Capsorubin	٣,٢
β-carotene	٧

هذا بالإضافة إلى عديد من الكاروتينات الأخرى التى توجد بتركيزات منخفضة، والتى أمكن التعرف على ٢٩ مركبًا منها. وقد اقترحت عدة مسارات أيضية يمكن أن تقود إلى إنتاج مختلف الكاروتينات (Deli وآخرون ١٩٩٢، و ١٩٩٦).

وقد عزل المركب الكاروتينى cucurbitaxanthin A (= كبسولوتين capsolutein) – كذلك – من ثمار صنف الفلفل بولا Bola (Homero-Mendez & Minguez-Mosquera ١٩٩٨).

ويتأثر ظهور الصبغات الحمراء في ثمار الفلفل عند نضجها بدرجة الحرارة السائدة؛ فتتكون بصورة جيدة في مدى حرارى من ١٨–٢٤°م سواء أكانت الثمار على النبات، أم في المخزن. ويكون اللون الأحمر مشوبًا بالاصفرار إذا ارتفعت حرارة الثمرة إلى أكثر من ٢٧°م خلال معظم فترة التلوين، كما تقل سرعة ظهور اللون الأحمر مع انخفاض الحرارة عن ١٨°م إلى أن يتوقف التلوين تمامًا في ١٣°م؛ لذا .. نجد أن الأصناف التي تستهلك حمراء يكون تلوينها رديئًا إذا كان نضجها متأخرًا في الخريف. وليس لضوء الشمس أو الظلام أى تأثير على ظهور اللون الأحمر إلا من خلال تأثيرهما غير المباشر على درجة حرارة الثمار (Sims & Smith ١٩٨٤).

كذلك تؤثر المعاملة بالإثيفون على ظهور الصبغات؛ فقد أدت معاملة نباتات الفلفل صنف Bronowicka Ostra تحت ظروف الحقل بالإثيفون بتراكيزات وصلت إلى ٠,٣٪ (حجم/حجم) – مع حصاد الثمار في ثلاث قطفات – إلى زيادة نضج الثمار، وزيادة كمية المحصول في القطفتين الثانية والثالثة بنسبة تزيد عن ٤٤٪، كما ازداد محتوى ثمار النباتات المعاملة من الكبسانثين Capsanthin بنسبة ١١٪، والبيتا كاروتين بنسبة ١٤٪، والـ β-cryptoxanthin provitamin A بنسبة ١٨٪ عن ثمار الكنترول. وقد كانت تلك الزيادة في محتوى الثمار من الصبغات مصاحبة بنقص في محتواها من الزيازانثين Zeaxanthin، واختفاء لصبغة النيوزانثين neoxanthin (Perucka ١٩٩٦).

ويواكب بداية التحول اللونى من الأخضر إلى الأحمر بدء زيادة تركيز الكلوروفيل b عن تركيز الكلوروفيل a (Gomez وآخرون ١٩٩٨)، علمًا بأن تركيز كلوروفيل أ، و ب في الثمار الخضراء لصنف الفلفل Yolo Wonder A يبلغ ٥٧٢، و ٢٣٤ مجم/جم من الوزن الجاف، على التوالى، وأن هذا الكلوروفيل يختفى تمامًا عند نضج الثمرة (Rylski ١٩٨٦).

وتحدث التغيرات اللونية في ثمار الفلفل أثناء نضجها بسبب تحول

الكلوروبلاستدات الخضراء chloroplasts فى الجدار الثمرى الخارجى exocarp إلى بلاستيدات ملونة chromoplasts. ويسلك تحلل الكلوروفيل فى هذه الحالة المسار ذاته الذى يسلكه تحلل الكلوروفيل فى الأوراق التى تدخل مرحلة الشيخوخة. وتبعًا لذلك .. فإن أغشية البلاستيدات التى تبدأ فى التحول من خضراء إلى ملونة تحتوى على نشاط عال لإنزيم phaeophorbide (Pheide a) oxygenase، وهو إنزيم رئيسى فى عملية تحلل الكلوروفيل (Moser & Matile ١٩٩٧).

المركبات المسئولة عن النكهة المميزة فى الفلفل

كانت أكثر المركبات المتطايرة ذات الرائحة المميزة فى ثمار الفلفل الحلو مازوركا Mazurka – سواء أكانت الثمار خضراء، أم فى مرحلة التحول، أم صفراء – مايلى (Luning وآخرون ١٩٩٤).

المركب	الرائحة المميزة
2,3-butanedione	caramel
1-penten-3-one	chemical, pungent, spicy
hexanal	grassy
3-carene	red bell pepper, rubbery
(Z)-β-ocimene	rancid, sweaty
octanol	fruity
2-isobutyl-3-methoxypyrazine	green bell pepper
(E)-2-hexenal	almond, fruity, sweet
(E)-2-hexenol	almond, fruity, sweet

وقد انخفض تركيز غالبية المركبات المسئولة عن مختلف النكهات أثناء نضج الثمار، وذلك باستثناء المركبين الأخيرين اللذان ازداد تركزهما فى مرحلتى بداية التلوين والنضج الأحمر. وقد أدى تهتك الخلايا إلى أكسدة الليبيدات، وتكوين الكحولات، والألدهيدات، والكتيونات.

ويعد المركب 2-isobutyl-3-methoxypyrazine أهم المركبات المسئولة عن النكهة

الميزة في كل من الفلفل الناقوسى والجالابينو. وتظهر النكهة المميزة لهذا المركب فى تركيزات منخفضة للغاية تصل إلى جزءين فى الترليون أو نحو قطرة واحدة منه فى حمام سباحة أوليمبى. ويتم تمثيل هذا المركب فى مختلف أجزاء الثمرة باستثناء البذور، ولكن يقل تركيزه فى المشيمة، ويزداد فى الجدر الخارجية (عن Greenleaf ١٩٨٦).

حرافة الثمار

ترجع الحرافة pungency فى ثمار الفلفل إلى سبعة مركبات شبه قلوية Alkaloids، يطلق عليها مجتمعة اسم كابسايسينات Capsaicinoids، وأكثرها تواجدًا الكابسايسين Capsaicin. وتنتج الكابسايسينات فى غدد المشمية (شكل ٣-٢، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). ولاتعد البذور مصدرًا للحرافة، ولكنها تتشرب عادة بالكابسايسين بسبب قربها من المشيمة (عن Bosland ١٩٩٢). ويزداد تركيز الكابسايسينات كلما اقتربت الثمار من النضج حتى يصل إلى ١،٠٪ فى الأصناف الحريفة (Heiser ١٩٧٦، و Purseglove ١٩٧٤).

وتلعب الظروف البيئية دورًا جوهريًّا فى التأثير على حرافة الثمار (Harvell & Bosland ١٩٩٧).

ويعتبر الكابسايسين من أكثر الكابسايسينات حرافة، حيث يمكن التعرف على تواجده باختبار التذوق فى تخفيفات تصل بتركيزه إلى ١٥ مجم/لتر (عن Johnson & Decoteau ١٩٩٦).

ويمكن عند النضج تمييز الثمار الحريفة عن الثمار الحلوة لوجود بثرات من الخلايا فى مشيمة الثمار الحريفة، بينما تبدو مشيمة الثمار الحلوة ناعمة.

وللكابسايسين استعمالات طبية عديدة ذكرها Khalf-Allah وآخرون (١٩٨٢).

وفى صنف الفلفل جالابينو تتراكم الكابسايسينات أساسًا فى مشيمة الثمرة التى تحتوى على ٣٣، و ٣٨ ميكرومول من الكابسايسين، والهيدروكابسايسين – على التوالى – بكل جرام. كما يتراكم – كذلك – حوالى ٥٨٪ من الـ vanillylamine، ونحو ٤٩٪ من المركبات الوسطية الفينولية فى مشيمة الثمرة (Ishikawa وآخرون ١٩٩٨).

ويوضح جدول (٣-١) تركيز الكابسايسينات وشدة الحرافة فى عدد من الأصناف والسلالات التى تنتمى إلى ستة أنواع من الجنس *Capsicum*.

جدول (٣-١): تركيز الكابسايسينات capaicinoids فى مختلف أصناف الفلفل (عن Greanleaf ١٩٨٦)

النوع	الصنف أو السلالة	الكابسايسينات (٪ من الوزن الجاف)	Scoville units[أ] SU(1000)
C. annuum	Long Red Cayenne	٠,٥٥	٩٠
	Fresno Chil	٠,٣٢	٥٢
	Large Bell	٠,٠٦	١٠
C. frutescens	Tabasco	٠,٨٨	١٤٤
C. microcarpum	AC 1553	٠,٥٨	٩٥
C. chacoense	AC 1256	٠,٣٥	٥٧
C. pendulum	AC 1941	٠,٤١	٦٧
C. pubescens	Roja	٠,٦٥	١٠٧

(أ) الـ Scoville Unit هى مقلوب أعلى تخفيف يمكن عنده استمرار تمييز الحرافة حسيًّا بالتذوق.

وقد بلغ تركيز الكابايسين فى عدد من أصناف الفلفل الحار ١,٣٢ ± ٠,٥٩ جم/كجم، بينما كان تركيز الداى هيدروكابسايسين فى الأصناف ذاتها ٠,٨٣ ± ٠,٣٤ جم/كجم (Lopez-Hernandez ١٩٩٦). وفى صنف الفلفل بادرون Padron تراوحت نسبة الكابسايسين إلى الداهيدروكابسايسين بين ١,٣٦ : ١، و ١,٧١ : ١ (Estrade وآخرون ١٩٩٧).

إن الكابسايسينات عبارة عن أميدات حامضية acid amides للفاناللى أماين vanillamine تحتوى على سلاسل متفرعة لأحماض دهنية من C_9 إلى C_{11}.

وأكثر الكابسايسينات تواجدًا، ما يلى:

١ – الكابسايسين capsaicin (وهو $C_{18}H_{27}NO_3$)، ويعرف بالاسم الكيميائى N-vanillyl-8 methyl-6 nonenamide.

٢ – الداى هيدروكابسايسين dihydrocapsaicin، وهو ثانى أكثر الكابسايسينات

تواجدًا، ويعرف بالاسم الكيمائى N-vanillyl-8 methyl nonanamide (عن Rylski ١٩٨٦).

ومن الكابسايسينات الأخرى المعروفة، ما يلى (عن Johnson & Decoteau ١٩٩٦).

Nordihydrocapsaicin.

Homodihydrocapsaicin.

Homocapsaicin.

وتعرف كابسايسينات أخرى أقل انتشارًا، مثل الكابسيِّت capsiate، والداى هيدروكابسيِّت dihydrocapsiate (Kobata وآخرون ١٩٩٨)، والنورداى هيدروكابسيِّت nordihydrocapsiate (Kobata وآخرون ١٩٩٩)، وقد عزلت جميعها من صنف الفلفل اليابانى الحلو CH-19، وهو صنف منتخب من الصنف التايلاندى الحريف CH-19.

لايشترط حدوث الإخصاب وتكوين البذور لأجل تمثيل الكابسايسينات، التى يتماثل تركيزها فى الثمار البكرية مع تركيزها فى الثمار البذرية.

والحرافة صفة وراثية سائدة.

ولم يمكن ملاحظة تواجد الكابسايسين فى مشيمة ثمار الصنف الحريف Karayatsubusa بعد تفتح الزهرة بنحو خمسة أيام، بينما لوحظت بداية تكونه بعد خمسة أيام أخرى، وازداد تركيزه بشدة بعد تفتح الزهرة بثلاثين يومًا. ويستدل من عديد من الدراسات أن تركيز الكابسايسين يزداد حتى نضج الثمرة، ثم ينخفض بعد ذلك.

وجد ارتباط جوهرى سالب بين حجم ثمرة الفلفل ومحتواها من الكابسايسين، حيث تكون الطرز ذات الثمار الصغيرة – عادة – أكثر حرافة.

وتقل حرافة ثمار الأصناف الحارة عند زيادة الرطوبة الأرضية، والتسميد الآزوتى، وانخفاض درجة الحرارة. وفى إحدى الدراسات كان تركيز الكابسايسين فى حرارة ٣٠–٣٥°م ضعف تركيزه فى حرارة ١٢–١٥°م.

ويستمر تمثيل الكابسايسينات فى مشيمة ثمار الفلفل أثناء نضجها – فى الضوء – بعد الحصاد، ولكن لا يحدث ذلك فى الظلام (عن Rylski ١٩٨٦).

وأدت معاملة نباتات الفلفل من صنف Bronowicka Ostra بالإثيفون بتراكيزات تراوحت بين ١,٥ × ١٠$^{-٦}$، و ٤,٥ × ١٠$^{-٦}$ مولار أثناء نضج الثمار إلى خفض محتواها من الكابسايسينات مقارنة بمحتوى ثمار الكنترول (Perucka ١٩٩٦).

وقد كان تركيز الكابسايسينات منخفضًا في الأسبوع الأول بعد تفتح الزهرة، وازداد سريعًا خلال الأسبوعين الثاني والثالث، وبلغ التركيز أعلى معدل له في الأسبوع الخامس، ثم نقص بعد ذلك. وكان أكثر الأصناف المختبرة احتواء على الكابسايسينات الصنف الياباني ياتسوفوزا Yatsufusa، حيث بلغ تركيزها في ثماره ١٪ على أساس الوزن الجاف (Jo وآخرون ١٩٩٧). وفي صنف الفلفل بادرون Padron كان تركيز الكابسايسين منخفضًا في البداية، وازداد قليلاً خلال الأسبوع الرابع من تفتح الزهرة، ثم ازداد بوضوح في مرحلة اكتمال النضج بعد ٦ أسابيع من تفتح الزهرة (Estrade وآخرون ١٩٩٧). وفي صنفين آخرين من الفلفل الحار كان أعلى تركيز للكابسايسينات بين اليوم العشرين واليوم الأربعين من تفتح الزهرة (Minami وآخرون ١٩٩٨). كما ازداد تركيز الكابسايسينات (وخاصة الكابسايسين والهيدروكسي كابسايسين) تدريجيًا إلى أن وصلت إلى أعلى تركيز لها بين اليوم الخامس والأربعين واليوم الخمسين من تفتح الزهرة في الصنفين هابانيرو Habanero (وهو *C. chinense*)، و دي أروبول De arobol (وهو *C. annuum* var. *annuum*)، وعند اليوم الأربعين من تفتح الزهرة في الصنف بكوين Piquin (وهو *C. annuum* var. *aviculare*) (Contreras-Padilla & Yehia ١٩٩٨).

وتوجد علاقة عكسية بين التغير في تركيز الكابسايسينات (بالزيادة أو النقص) ونشاط إنزيم البيروكسيديز peroxidase، حيث ازداد نشاط الإنزيم في الوقت الذي بدأ فيه تركيز الكابسايسينات في الانخفاض؛ لذا .. يعتقد بوجود دور لهذا الإنزيم في هدم الكابسايسينات (Contreras-Padilla & Yahia ١٩٩٨).

ويزداد تركيز محتوى الثمار من الكابسايسين عدة مرات أثناء التصنيع، مما يدل على أن التسخين يعمل على تحويل بعض البادئات إلى كابسايسين (عن Greenleaf ١٩٨٦).

ويوجد اختبار كيمائي لوني سريع للحرافة، وفيه يوضع جزء صغير من المشيمة على

ورقة ترشيح بواسطة إبرة تشريح، وتترك عليها إلى أن تتشرب الورقة بجزء من الإفرازات الزيتية للمشيمة. وعدما تضاف قطرة من محلول ١٪ vanadium oxytrichloride في carbon tetrachloride على ورقة الترشيح المبتلة بالإفرازات الزيتية للمشيمة، فإن يظهر لون أزرق إذا ما وجد الكابسايسين. وعندما لا يكون اختبار اللون إيجابيًّا، فإنه يتم التأكد منه باختبار التذوق.

وتستخدم منظمة تجارة البهارات الأمريكية American Spice Trade Association وحدة الاسكوفلّ Scoville Uint (اختصارًا: SU) في قياس الحرافة، وهو مقلوب أعلى تخفيف يمكن عنده استمرار تمييز الحرافة حسيًّا بالتذوق.

ونجد على مقياس SU (وهو من ١٠٠٠) أن صفر–١٠ تعني لا يمكن تمييز أي حرافة، و ١١–٣٠ تعني حرافة خفيفة، و ٣١–٨٠ تعني حرافة متوسطة، و > ٨٠ حرافة عالية (عن Greenleaf ١٩٨٦).

ويقدر تركيز مختلف الكابسايسينات كميًّا بطريقة الـ HPLC (Lopez-Hernandez وآخرون ١٩٩٦).

محتوى الفلفل من المركبات الأخرى

حامض الأسكوربيك

وجد أن محتوى ثمار الفلفل من حامض الأسكوربيك يزداد مع تقدم الثمرة في التكوين، أما محتواها من الألفاتوكوفيرول Alpha-tocopherol فقد ازداد سريعًا بعد الأسبوع السابع من تفتح الزهرة (Saga & Ogawa ١٩٩٥).

وازداد تدريجيًّا محتوى ثمار الفلفل من حامض الأسكوربيك بين الأسبوعين الثاني والثامن من تفتح الزهرة، ثم توقفت الزيادة بعد ذلك (Ishikawa وآخرون ١٩٩٧)، كما ازداد المحتوى أثناء التغيرات اللونية للثمرة من الأخضر إلى الأصفر في صنف الفلفل جولدن بل Golden Bell (Imahori وآخرون ١٩٩٨).

وقد كان تركيز حامض الأسكوربيك في ثمار صنف الفلفل الحار الصيني Bugang ١٢١ مجم/١٠٠ جم من الوزن الطازج (Kim وآخرون ١٩٩٧).

الأحماض الأمينية الحرة

بلغ إجمالى تركيز الأحماض الأمينية الحرة فى ثمار صنف الفلفل الحار Bugang ٠,٩ جم/١٠٠ جم من الوزن الطازج، وكانت أكثر الأحماض الأمينية تواجد (٩٥٪): الأسباراجين asparagine، والجلوتامين glutamine، وحامض الجلوتامك glutamic acid، والتربتوفان tryptophan (Kim وآخرون ١٩٩٧).

المركبات الفلافونية

كانت أهم المركبات الفلافونية flavonoids فى ثمار الفلفل: الكورستين quercetin، واللتيولين luteolin، وتراوح المحتوى الكلى للفلافونات فى ١١ صنف من الفلفل (تنتمى إلى خمسة طرز، هى: جلابينو jalapeno، ويلوواكس yellow wax، وتشللى chilli، وأنشو ancho، وسِرّانو serrano) بين صفر، و ٨٠٠ مجم/كجم، وكان أكثر الطرز احتواء على الفلافونات التشللى، واليلوواكس، والأنشو (Lee وآخرون ١٩٩٥).

العيوب الفسيولوجية

تشوهات الثمار

يصاحب تكوين الثمار البكرية – عادة – ظهور تشوهات مختلفة فى شكل الثمرة، ولكن لا يشترط غياب البذور لكى تظهر تلك التشوهات؛ ذلك لأن العوامل البيئية التى تؤدى إلى عدم الخصوبة وتكوين الثمار البكرية هى ذاتها التى تسبب حدوث تشوهات فى مبيض الثمرة يترتب عليها ظهور تشوهات الثمار.

ومن أمثلة تشوهات الثمار، مايلى:

١ – الثمرة المسطحة Flat Fruit .. ينتجها مبيض كبير ولكنه يكون مسطح هو كذلك.

٢ – الثمرة ذات القلم .. ينتجها مبيض ازداد فيه سمك القلم بصورة غير طبيعية.

٣ – الثمرة المركبة .. تظهر على صورة ثمار صغيرة مشوهة عل جوانب الثمرة الأصلية .. وتنتج من نمو تكوينات غير طبيعية تشبه الكرابل تكون حول المبيض. تكون هذه الثمار الصغيرة دائمًا مشوهة وعديمة البذور.

٤ – تكوين ثمار داخلية .. تظهر على صورة تكوينات تشبه الثمار داخل الثمرة الأصلية، ولكنها تكون دائمًا غير طبيعية (عن Rylski ١٩٨٦).

وبينما لم تؤثر الحرارة المرتفعة ليلاً (١٨°م) على عقد ونمو الثمار فى أصناف الفلفل ذات الثمار الكبيرة، فإن تلك الظروف أدت إلى إنتاج ثمار غير صالحة للتسويق فى أصناف الفلفل ذات الثمار الصغيرة؛ بسبب تأخيرها لتفتح المتوك، وما ترتب على ذلك من ضعف فى الإخصاب (عن Kanahama ١٩٩٤).

وفى مصر .. أدت تدفئة الصوبات البلاستيكية شتاء أثناء الليل حتى ١٦°م إلى نقص نسبة الثمار المشوهة، وزيادة محتوى الثمار من فيتامين جـ، مقارنة بعدم التدفئة، إلا أن التدفئة لم تؤثر معنويًّا على محتوى الثمار من الكلوروفيل أو الصبغات الكاروتينية (El-Saeid وآخرون ١٩٩٦).

وقد أدت إزالة جميع الثمار التى يحملها النبات، أو إزالة أوراقه جزئيًا (توريقه)، أو خفض درجة الحرارة ليلاً إلى ١٢°م (مقارنة بحرارة ١٨°م) إلى تكوين أزهار مشوهة deformed. كما أدت إزالة جميع ثمار النبات وتوريقه إلى نمو ثمار مشوهة من البراعم الزهرية التى كان عمرها – وقت إجراء المعاملة – ثلاثة أيام قبل تفتح الزهرة. وقد أدت معاملة إزالة الثمار إلى زيادة محتوى البراعم الزهرية (التى ظهرت بعد ١٥ يومًا من المعاملة) من السكريات المختزلة والنشا. ويعتقد بأن معاملة إزالة الثمار تؤدى إلى توجيه الغذاء المجهز – الذى كان يتجه طبيعيًّا إلى الثمار النامية – توجيهه إلى البراعم الزهرية؛ مما يؤدى إلى انتفاخها وتشوهها؛ ومن ثم تكوين ثمار مشوهة (Aloni وآخرون ١٩٩٩).

البقع الملونة

تظهر البقع الملونة Colored Spots – غالبًا – على سطح ثمار الفلفل فى صورة مساحات كبيرة متغيرة فى اللون، وتتحلل فيها طبقات الخلايا التى تلى البشرة. تكون بداية ظهور هذه الحالة الفسيولوجية فى الثمار الخضراء، حيث تظهر عليها مساحات صفراء تبقى كذلك حتى بعد تحول الثمرة إلى اللون الأحمر.

تختلف الأصناف فى حساسيتها لظهور هذه الحال الفسيولوجية، ومن أكثرها حساسية الصنف مأور Maor.

وتزداد شدة الإصابة بزيادة التسميد الآزوتى والتظليل.

وتحتوى خلايا الجدار الثمرى الخارجى المتأثرة بهذه الحالة الفسيولوجية على تركيزات أعلى من الكالسيوم عما فى نظيراتها السليمة، كذلك تحتوى الخلايا المتأثرة على بللورات من أوكسالات الكالسيوم، ويزداد محتواها كثيرًا من حامض الأوكساليك (Aloni وآخرون ١٩٩٤).

تعفن الطرف الزهرى

تظهر أعراض تعفن الطرف الزهرى Blossom End Rot عند موضع اتصال الثمرة (وهى مبيض الزهرة المتضخم) بالقلم الزهرى فى كل من الثمار الصغيرة والثمار المكتملة التكوين على حد سواء. يبدو النسيج المصاب بلون رمادى فاتح، ويكون طريًا ومائى المظهر فى البداية، ولكنه لايلبث أن يتصلب بعد أن يجف. وإذا أصيبت الثمار وهى صغيرة فإن الجزء المتأثر من الثمرة قد يكون قطره مماثلاً لقطر الثمرة، وغالبًا ما تسقط هذه الثمار ولا يكتمل تكوينها. أما الثمار التى تُصاب متأخرة فإن الجزء المتأثر فيها يكون صغيرًا وتكمل بقية الثمرة نموها بصورة طبيعية (شكل ٣-٣، يوجد فى آخر الكتاب)

تتلون الثمار المصابة عادة قبل موعد نضجها الطبيعى. كما تصيب الفطريات الرمية النسيج الميت المتحلل، ليصبح قاتم اللون وقد تتمكن البكتيريا المسببة للعفن الطرى من إصابة الثمرة من خلال النسيج المضار.

وتزداد شدة الإصابة فى الثمار الأولى التى تعقد على النباتات الصغيرة التى يكون نموها الجذرى مازال محدودًا.

وتظهر حالة تعفن الطرف الزهرى – أساسًا – عندما يقل وصول الكالسيوم إلى طرف الثمرة الزهرى عما يلزم لنمو هذا الجزء من الثمرة بصورة طبيعية.

وبينما تبلغ نسبة الكالسيوم ٠,١٧٪ فى ثمار النباتات المسمدة جيدًا بالعنصر (١٥٠ جزء فى المليون من الكالسيوم فى المحاليل المغذية)، ولاتظهر على ثمارها أية إصابات بتعفن الطرف الزهرى، فإن النباتات التى تظهر بثمارها هذا العيب الفسيولوجى يكون

محتواها من الكالسيوم منخفضًا، حيث بلغ فى إحدى الدراسات ٠,١٣٪ عندما احتوى المحلول المغذى على ٥٠ جزءًا فى المليون فقط من الكالسيوم.

وينخفض تركيز الكالسيوم فى ثمار الفلفل بصورة طبيعية بالاتجاه نحو طرف الثمرة الزهرى، ويكون هذا النقص فى الطرف الزهرى أشد فى الثمار المتأثرة بتعفن الطرف الزهرى عما يكون عليه الحال فى الثمار الطبيعية (Morley وآخرون ١٩٩٣).

وبصورة عامة .. يكون مستوى الكالسيوم فى ثمار الفلفل منخفضًا، حيث يصل - حتى فى ظروف التغذية الطبيعية - إلى نحو ٠,٢-٠,٣٪. كما يقل تركيز الكالسيوم فى ثمرة الفلفل بالاتجاه من طرف العنق (حوالى ٠,٢٪) إلى الطرف الزهرى (حوالى ٠,٠٤-٠,٠٧٪). ولايتجمع فى ثمار الفلفل سوى نحو ٦٪ من الكالسيوم الكلى الذى يمتصه النبات (عن Wein ١٩٩٧).

وعمومًا فإن المستوى الحرج للتغذية بالكالسيوم الذى يؤدى الانخفاض عنه إلى إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى يتأثر بكل من ظروف الجفاف، والملوحة، والتسميد الآزوتى، وقوة النمو النباتى.

وترتبط كافة العوامل المؤثرة فى ظهور حالة تعفن الطرف الزهرى بنقص إمدادات الكالسيوم - التى تصل إلى أنسجة الطرف الزهرى للثمرة - عن حاجتها من العنصر، حيث تزداد شدة الإصابة فى الحالات التالية:

١ - نقص مستوى الكالسيوم:

أجريت معظم الدراسات الخاصة بتأثير نقص الكالسيوم على الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى المزارع المائية. ففى إحدى الدراسات ازدادت نسبة الإصابة تعفن الطرف الزهرى فى الفلفل عندما كان مستوى الكالسيوم فى المحلول المغذى منخفضًا (٥٠ جزء فى المليون) عما كان عليه الحال عندما كان مستوى الكالسيوم مناسبًا (١٥٠ جزءًا فى المليون). ويبين جدول (٣-٢) تأثير التغذية بمستويات مختلفة من الكالسيوم على شدة الإصابة فى دراسة أخرى.

جدول (٣-٢). تأثير مستوى الكالسيوم في المحلول المغذي على إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهري في الفلفل

مستوى الكالسيوم	تركيز الكالسيوم (مللي مكافئ/لتر)	الثمار المصابة (٪)	محتوى الكالسيوم في الثمار (٪)
منخفض	١,١	٢٥,٥	٠,١٨
متوسط	٢,٢	٢,٢	٠,٢١
مرتفع	٤,٠	صفر	٠,٢٤

٢ – زيادة مستوى المغنيسيوم:

يرجع هذا التأثير إلى أن زيادة المغنيسيوم تؤدي إلى نقص امتصاص الكالسيوم، بسبب التنافس الذي يحدث بينهما على الامتصاص. وفي إحدى الدراسات ازدادت معدلات الإصابة بتعفن الطرف الزهري بزيادة تركيز المغنيسيوم في المحاليل المغذية من ١٢ إلى ٩٧ جزءًا في المليون، وصاحب ذلك نقص في محتوى الثمار من الكالسيوم (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

٣ – زيادة التسميد الآزوتي:

أدت زيادة معدلات التسميد الآزوتي إلى زيادة إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهري، وازداد هذا التأثير عند استعمال مصادر نشادرية للنيتروجين .. ففي إحدى الدراسات ازدادت نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهري من ٣,٤٪ عندما كان كل النيتروجين المضاف في الصورة النتراتية إلى ١١,٢٪ عندما كان ٤٠٪ من النيتروجين المستعمل في الصورة الأمونيومية والباقي في الصورة النتراتية.

٤ – زيادة تركيز الأملاح:

أدت زيادة تركيز الأملاح الكلي في المحاليل المغذية من ١٠٠٠–٣٠٠٠ جزء في المليون إلى زيادة نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهري، ولم يمكن تجنب هذا التأثير للملوحة العالية بزيادة مستوى الكالسيوم إلى ٤٥٠ جزءًا في المليون. ويرجع هذا التأثير إلى إضعاف الملوحة العالية لعملية امتصاص النبات للكالسيوم. وفي دراسة أخرى كانت نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهري عند المستويات المختلفة من الملوحة في المحاليل

المغذية بالمللى موز كما يلى: ١,٣٪ عند ٠,٤٥ مللى موز، و ١,٤٪ عند ٠,٩٠، و ٥,٦٪ عند ١,٣٥، و ٩,٣٪ عند ١,٨ مللى موز.

٥ – نقص الرطوبة النسبية:

يؤدى نقص الرطوبة النسبية إلى زيادة معدل النتح من الأوراق؛ ومن ثم تحرك الكالسيوم – سلبيًا – مع تيار الماء المفقود بالنتح، وتجمعه فى الأوراق. هذا .. إلا أن Ho & Hand (١٩٩٧) لم يجدا تأثيرًا للرطوبة النسبية على شدة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى الفلفل.

٦ – زيادة معدل النمو الثمرى:

ارتبطت ظاهرة تعفن الطرف الزهرى إيجابيًا مع معدل النمو الثمرى، وخاصة فى مراحل النمو الأولى، وكذلك مع عدد البذور فى الثمرة.

وكذلك ارتبط معدل الإصابة بتعفن الطرف الزهرى إيجابيًا مع حجم الثمرة.

ولزم توفر تركيزات عالية من الكالسيوم فى المحاليل المغذية لمنع الإصابة بتعفن الطرف الزهرى عندما كان معدل نمو الثمار عاليًا (Marcelis & Ho ١٩٩٩).

٧ – ارتفاع حرارة التربة:

أدى تبريد المحلول المغذى إلى ٢٦°م كحد أقصى إلى خفض نسبة الثمار المصابة بتعفن الطرف الزهرى من ١٠٪ إلى ٢٪ فى مزارع تقنية الغشاء المغذى، ومن ٢٠٪ إلى ١٤٪ فى مزارع وسائد البولى يوريثين Polyurethane، وذلك مقارنة بعدم تبريد المحلول المغذى، حيث تصل حرارته إلى ٣٣°م كحد أقصى، علمًا بأن تبريد المحلول المغذى كان له تأثير إيجابى على المحصول كذلك (Benot & Ceustermans ١٩٩٧).

ويوصى لأجل الحد من الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى الفلفل مراعاة مايلى:

١ – غرس الشتلات عميقًا فى التربة.

٢ – تجنب إثارة الجذور بالعزيق بعد بدء الإثمار.

٣ – الاهتمام بالرى المنتظم.

٤ – التسميد الجيد بالكالسيوم، وخاصة فى المزارع المائية (Hamilton & Ogle ١٩٦٢، و Ware & MaCollum ١٩٧٥).

وقد نقص محصول الثمار المصابة بتعفن الطرف الزهرى، وكذلك نقصت نسبة الثمار المصابة، وازداد المحصول الكلى بزيادة مستوى الكالسيوم -- المضاف مع مياه الرى بالتنقيط – حتى ٦٨ كجم/هكتار (حوالى ٢٩ كجم Ca للفدان) (Alexander & Clough ١٩٩٨)

ويفيد استعمال الجبس الزراعى – فى إصلاح الأراضى الملحية القلوية – فى توفير الكالسيوم للنبات.

هذا .. إلا أن رش نباتات الفلفل بنترات الكالسيوم لم يكن دائمًا إيجابيًّا فيما يتعلق بمكافحة تعفن الطرف الزهرى.

٥ – أدى استعمال أغطية البولى بروبلين الطافية إلى خفض الإصابة بتعفن الطرف الزهرى بشدة، بسبب الخفض الذى تحدثه الأغطية فى معدلات النتح من الأوراق.

٦ – كما أدى رش النموات الخضرية للفلفل بمضادات النتح إلى زيادة محتوى الثمار من الكالسيوم، وانخفاض نسبة إصابتها بتعفن الطرف الزهرى، ولكن مع حدوث انخفاض فى المحصول الكلى (عن Wein ١٩٩٧).

لفحة الشمس

تظهر الإصابة بلفحة الشمس sun scald فى جانب الثمرة الذى يتعرض لأشعة الشمس القوية، خاصة إذا حدث ذلك بصورة فجائية كما هو الحال عند فقد النباتات لجزء كبير من أوراقها عند الإصابة ببعض الآفات.

يكون النسيج المصاب فاتح اللون فى البداية، ثم يصبح طريًّا، ومجعدًا قليلاً وفى النهاية يكون جافًا، وغائرًا، وأبيض اللون، وورقى الملمس (شكل ٣–٣، يوجد فى آخر الكتاب). وقد تنمو على النسيج المصاب فطريات مختلفة؛ مما يؤدى إلى تغير لونها. وقد تظهر أعراض أقل حدة للسعة الشمس تتمثل فى ظهور اصفرار فى أحد جوانب الثمرة (Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

تكون الثمار الخضراء المكتملة التكوين mature green أكثر من غيرها قابليـة للإصابـة بلسعة الشمس (Black وآخرون ١٩٩١)، وكذلك تزداد القابلية للإصابة عند تحـول لـون الثمـرة مـن الأخضـر إلى الأحمـر. وتكـون الثمـار الخضـراء غـير المكتملـة التكويـن أقـل حساسـية، بينما تكون الثمار الحمراء الناضجة مقاومة للظاهرة.

تحدث الأعراض من جراء فعل كل من الحرارة والضـوء علـى نسـيج الثمـرة؛ فعندمـا ترتفع حرارة النسـيج إلى ٥٠°م، تكون ١٠ دقائق فقط من التعرض للإضـاءة القويـة كافيـة لإحداث الضرر. وأقل حرارة يمكن أن يحدث عندها الضرر هى ٣٨-٤٠°م، ولكن ظـهور الضرر - حينئذ - يتطلب التعرض لمالايقل عن ١٢ ساعة من الإضاءة القوية. وإلى جانب التأثـير المباشـر للحـرارة العاليـة علـى نسـيج الثمـرة، فـإن الضـوء يعمـل علـى إنتـاج superoxide anion radicals من خلال فعله على الكلوروفيل فى الحرارة العالية.

وتؤدى زيادة نشاط إنزيم superoxide dismutase فى البلاستيدات الخضراء إلى الحد من أضرار لفحة الشمس بالمساعـدة فى تـكوين فـوق أكسيد الأيدروجـين وأكسـيجن مـن الـ superoxide radicals. وقد وجـد أن نشـاط هـذا الإنزيـم يـزداد عنـد تعريـض الثمـار لحرارة ٤٠°م لمدة ٦ ساعات وتنخفـض معـه شـدة الإصابـة بلسـعة الشـمس (عـن Wein ١٩٩٧).

ويمكن الحد من الإصابة بلسعة الشمس بالوسائل التالية:

١ - زراعة الأصناف ذات النمو الخضرى الغزير الـذى يغطـى الثمـار بشـكل جيـد، ولكن يصاحب ذلك - عادة - زيادة فى نسبة سقوط الأزهار والبراعم الزهرية.

٢ - زراعة الأصناف ذات الثمار الصفراء حيث أن حرارتها لا ترتفع بنفـس الدرجـة التى ترتفع إليها حرارة الثمار الخضراء عند تعرضها للشمس، كما أن محتواها العالى مـن الصبغات الكاروتينية يساعد فى حماية جدار الثمرة مـن التأثـير الضـار لعمليـة الأكسـدة الضوئية photo-oxidation.

٣ - تظليل النباتات بشباك تعطى تظليل بنسبة ٢٦-٣٦٪ (عن Wein ١٩٩٧).

التشققات والنَدَب

التشققات Cracks ليست شائعة الظهور فى ثمار الفلفل بصورة عامة، ولكن النُدَب Scars يكثر ظهورها فى ثمار الفلفل الجالابينو، وخاصة عند نضجها. والنُدَب عبارة عن تفلق فى أديم الثمرة، وفى التشقق يتعمق هذا التفلق ويمتد خلال جدار الثمرة حتى يصل إلى الفجوة الداخلية (عن Johnson & Knavel ١٩٩٠). وتزداد النُدَب والتشققات قريبًا من الطرف الزهرى للثمرة، كما تزداد معدلات الإصابة بالتشققات بزيادة سمك الجدار الثمرى (عن Wein ١٩٩٧).

وتزداد قابلية ثمار الفلفل للإصابة بالتشقق الأديمى cuticular cracking – أى تكوّن النُدَب scarring – فى بداية مرحلة التحول اللونى.

ويبدأ التشقق فى الفلفل بظهور شقوق دقيقة للغاية (يصعب رؤيتها بالعين المجردة) فى طبقة الأديم على سطح الثمرة، وهى التى تتطور إلى شقوق منظورة وتمتد فى خلايا الغلاف الثمرى الخارجى. وتختلف أصناف الفلفل فى حساسيتها للإصابة بالتشقق، ويعود ذلك – جزئيًا – اختلافها فى سمك طبقة الغلاف الثمرى الخارجى. ويؤدى الحد من النتح ليلاً – بسبب الرطوبة النسبية العالية أو انخفاض الحرارة – إلى زيادة إنتاج خلايا الغلاف الثمرى الخارجى وزيادة حساسيتها للتشقق. ويحدث الأمر ذاته عند إزالة الأوراق، حيث يقل النتح كذلك. ومع زيادة نفاذية طبقة الأديم لبخار الماء – الأمر الذى يحدث فى المراحل المتأخرة من نمو الثمار فى الأصناف الحساسة للإصابة بالتشقق – فإن ضغط الامتلاء الداخلى الذى يزداد ليلاً يؤدى إلى تشقق الأديم (Aloni وآخرون ١٩٩٨).

ويعتقد Aloni وآخرون (١٩٩٩) أن السبب فى حدوث هذه الظاهرة هو ازدياد التباين اليومى بين الليل والنهار – على مدى فترة زمنية طويلة – فى كل من انتفاخ الثمرة fruit turger وقطرها، حيث يزداد التشقق الأديمى مع الازدياد فى معدل انتفاخ الثمار ومعدل استقبالها للغذاء المجهز أثناء الليل، ثم فقدها لجزء من رطوبتها وانكماشها بالفعل أثناء النهار، ومع تكرار ذلك خلال فترات النمو السريع للثمرة فإن التشقق يظهر فى الصباح الباكر بعد ضعف الأديم وعدم تحمله للضغط الذى يقع عليه ليلاً.

ومما يؤكد ذلك ازدياد نسبة التشقق فى الظروف التى يقل فيها معدل النتح.

وتزداد الإصابة بالتشقق كذلك عند زيادة معدل تعرض الثمار للإشعاع المباشر، وعند نقص الرطوبة الأرضية، ولكلا العاملين علاقة بالتغيرات اليومية فى انتفاخ الثمار وازديادها فى الحجم ليلاً، وفقدها للرطوبة وانكماشها نهارًا (Moreshet وآخرون ١٩٩٩).

إنبات البذور داخل الثمار

تعرف ظاهرة إنبات البذور داخل الثمار – فى أى نبات – باسم Vivipary، وهى حالة قليلة الظهور فى الفلفل، ويرتبط ظهورها بنقص البوتاسيوم. وقد أوضحت الدراسات أن محتوى الأوراق من البوتاسيوم ينخفض تدريجيًّا مع تقدم النبات فى العمر فى جميع مستويات التسميد البوتاسى، بينما يزداد محتوى الثمار من العنصر خلال المراحل المتأخرة من النضج. ومع تقدم الثمار فى النضج ظهر تباين شديد فى محتوى البذور من حامض الأبسيسيك ارتبط بكل من معدل التسميد البوتاسى ونسبة إنبات البذور داخل الثمرة؛ فكان محتوى بذور النباتات التى تعانى من نقص البوتاسيوم من حامض الأبسيسيك حوالى ١٤٪ مما فى نباتات الكنترول (٠,٤ مقابل ٢,٨ ميكروجرام/جم وزن جاف)، وارتبط التركيز العالى لحامض الأبسيسك فى بذور الفلفل مع انخفاض نسبة البذور النابتة داخل الثمار، وزيادة معدل التسميد البوتاسى، وزيادة محتوى الأوراق والثمار من العنصر (Marrush وآخرون ١٩٩٨).



الفصل الرابع

حصاد الفلفل، وتداوله، وتخزينه، وتصديره

مرحلة النضج المناسبة للحصاد

يبدأ نضج ثمار الفلفل بعد نحو شهرين إلى ثلاثة أشهر من الشتل، ويستمر لمدة شهرين إلى أربعة أشهر أخرى، ويتوقف ذلك على الصنف، وموعد الزراعة.

تقطف الثمار الخضراء بعد اكتمال نموها وهى مازالت خضراء، وتميز الثمار المكتملة النمو بلونها الأخضر الزاهى. أما الثمار غير المكتملة النمو .. فإنها تكون ذات لون أخضر قاتم. وطبيعى أن الأصناف ذات الثمار الصفراء، والبرتقالية، والحمراء تقطف عند وصولها إلى مرحلة التلوين الخاصة بالصنف.

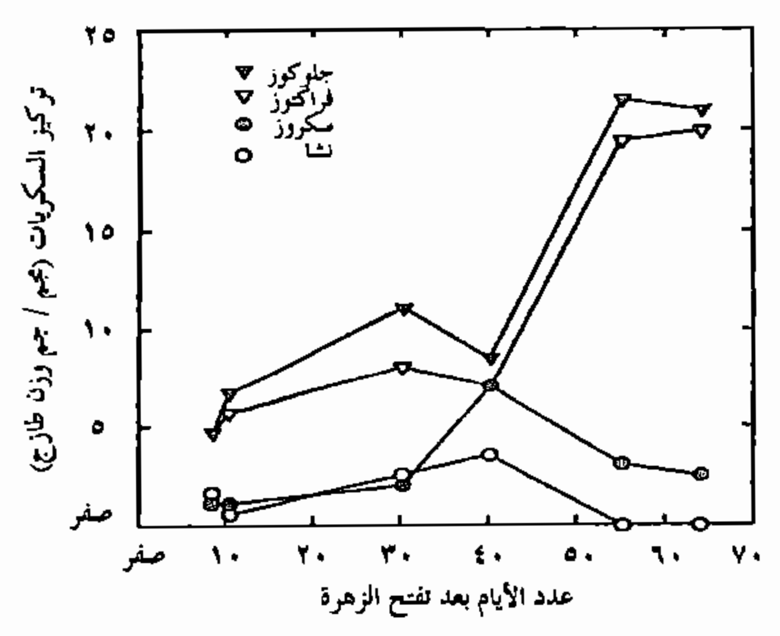
وتصل الثمار التى تستهلك وهى خضراء إلى طور النضج الاستهلاكى عادة بعد ٤٥-٥٥ يومًا من تفتح الزهرة. أما الأصناف الحلوة التى تستهلك ثمارها وهى حمراء فإنها تتطلب مدة أطول حتى تصل إلى مرحلة النضج الاستهلاكى. وقد قدرت هذه الفترة بنحو ٦٥ يومًا من تفتح الزهرة فى الصنف فيبولا Fibola، و ٧٠ يومًا فى الصنف أميريكانو Americano (Madrid وآخرون ١٩٩٩). كذلك تصل الأصناف الحريفة التى تقطف بعد تمام تلونها باللون الأحمر إلى هذه المرحلة – عادة – بعد ٦٠-٧٠ يومًا من التلقيح.

وقد وجِدَ أن تأخير الحصاد يؤدى إلى زيادة المحصول الصالح للتسويق بنسبة ٥٠٪، وزيادة عرض الثمار عند الأكتاف، وزيادة سمك جدرها، وحجمها، وذلك مقارنة بمحصول وثمار النباتات التى تحصد فى الموعد العادى. كما يؤدى تأخير الحصاد إلى تقليل عدد مرات القطف؛ ومن ثم خفض تكاليف الحصاد (Russo ١٩٩٦).

ويعتبر حساب الوحدات الحرارية المتراكمة – بالنسبة لكل موسم زراعى فى كل منطقة – أفضل وسيلة للتنبؤ بموعد الحصاد فى أصناف الفلفل الناقوسية (Perry وآخرون ١٩٩٣).

التغيرات المصاحبة لنمو الثمار ونضجها

يواكب النُمو السريع للثمار بعد العقد ازدياد محتواها من الجلوكوز والفراكتوز، ونقص في محتواها من السكروز والنشا. ومع تناقص معدل نمو الثمار، يتراكم السكروز والنشا مرة أخرى. وتحدث عند نضج الثمار زيادة أخرى سريعة وحادة فى محتواها من السكريات المختزلة، بينما ينخفض محتواها من السكروز والنشا (شكل ٤-١). وقد كان لنمو ثمرة الفلفل ومحتواها من السكريات السداسية علاقة قوية بمحتواها من إنزيم آسيد إنفرتيز acid invertase (عن Wein ١٩٩٧).



شكل (٤-١): التغيرات فى محتوى ثمار الفلفل من أهم السكريات خلال مختلف مراحل نموها حتى اكتمال النضج.

وبمتابعة التغيرات المورفولوجية فى ثمار الفلفل الشيلى Chile صنف New Mexico 6-4، لوحظ ما يلى:

١ – ازداد نشاط إنزيم β-galactosidase سريعًا بداية من اليوم الرابع والخمسين من تفتح الزهرة، ووصل إلى أعلى مستوى له فى اليوم التاسع والثمانين.

٢ – كانت صلابة الثمار أعلى ما يمكن فى اليوم الرابع والخمسين من تفتح الزهرة، ونقصت جوهريًا فى اليوم التاسع والستين

٣ – كان إنتاج ثانى أكسيد الكربون ومحتوى الكلوروفيل أعلى ما يمكن عند عمر عشرين يومًا من تفتح الزهرة، ثم انخفض سريعًا بعد ذلك (Biles وآخرون ١٩٩٣).

هذا .. ويزداد محتوى ثمار البابريكا من مضادات الأكسدة: حامض الأسكوربيك، والتوكوفيرولات tocopherols، والكاروتينات .. يزداد تدريجيًّا أثناء نضج ثمار، ولكن يصل تركيز حامض الأسكوربيك إلى أعلى مستوى له فى مرحلة منتصف التلوين، ثم ينخفض، بينما يستمر تركيز مضادات الأكسدة الأخرى فى الزيادة. وبعد الحصاد – وأثناء التخزين والتجفيف – ينخفض تركيز حامض الأسكوربيك والتوكوفيرول بصورة حادة، بينما يحدث انخفاض تدريجى فى محتوى الكاروتينات. وقد أدى تجفيف الثمار بطريقة الدفع الجبرى للهواء الدافئ إلى احتفاظها بقدر أكبر من مضادات الأكسدة (Daood وآخرون ١٩٩٦).

وتزداد سرعة فقد الصبغات من ثمار البابريكا مع ارتفاع حرارة التخزين، بينما يقل فقدها مع ارتفاع الرطوبة النسبية، وتختلف الأصناف جوهريًّا فى تلك الخاصية (Gomez-Ladron de Guevara وآخرون ١٩٩٨).

الحصاد

يجرى الحصاد يدويًّا كل ٣-٤ أيام، ويتم ذلك بثنى عنق الثمرة لأعلى قليلاً، فتنفصل بسهولة عن النبات. ويمكن حصاد ثمار الأصناف الحريفة آليًّا، ويتم ذلك مرة واحدة بعد نضج معظم الثمار فى الحقل. ويتوقف نجاح الحصاد الآلى على توفر الأصناف التى تنضج ثمارها خلال فترة زمنية وجيزة.

بدأ حصاد الفلفل آليًّا فى عام ١٩٦٧، وحتى عام ١٩٩٥ كانت أكثر من ٢٠٠ آلة تعمل فى حصاد الفلفل فى أكثر من تسعة دول. وتصل كفاءة بعض تلك الآلات إلى نحو ٣٠٠٠ كجم من الفلفل الـ sweet cherry ونحو ٥٠٠٠ كجم من الفلفل الجالابينو jalapeno فى الساعة (Marshall ١٩٩٥). وتبلغ نسبة الفاقد فى ثمار البابريكا عند حصادها آليًّا حوالى ١٠٪ من المحصول (Palau & Torregrosa ١٩٩٧).

وعلى الرغم من أن حصاد الفلفل الحريف تباسكو آليًّا – مرة واحدة – يخفض كثيرًا

من تكاليف عملية الحصاد، إلا أن ذلك يقلل من جودة المنتج بسبب حصاد كثير من الثمار الخضراء والثمار غير المكتملة التلوين مع الثمار الحمراء الناضجة. ويتم غالبًا فرز المحصول يدويًا للتخلص من الثمار الخضراء، إلا أن ذلك يضيف إلى تكلفة الإنتاج. وقد وجد أن رش نباتات الفلفل التباسكو بالإثيفون بتركيز ٢٠٠٠–٣٠٠٠ جزء في المليون قبل الحصاد الآلى يفيد في التخلص من الثمار غير الكاملة التكوين ويقلل من نسبة الثمار الخضراء فى المحصول المنتج، علمًا بأن هذه المعاملة لم تكن لها أهمية بالنسبة لتحفيز نضج الثمار وتلونها (Kahn وآخرون ١٩٩٧).

هذا .. وتنخفض كفاءة الحصاد الآلى، وتزداد تكلفة الحصاد اليدوى بزيادة القوة التى يلزم بذلها لقطف الثمرة، وتزداد هذه المشكلة تعقيدًا فى الأصناف الحريفة ذات الثمار الصغيرة التى تشكل فيها عملية الحصاد أكبر نسبة من تكلفة الإنتاج، خاصة وأن مصانع "الصوص" sauce تتطلب عدم زيادة نسبة الثمار التى يبقى كأس الثمرة وعنقها متصلين بها عن ٥٪. ولحسن الحظ فإن الصنف تباباسكو التابع للنوع *C. frutescens* – والذى يعد أهم الأصناف المستعملة فى صناعة الصوص على الإطلاق – تفصل ثماره بسهولة عن الكأس أثناء الحصاد، تاركة وراءها الكأس الأخضر وعنق الثمرة متصلين بالنبات. أما فى باقى أصناف الفلفل – وهى تنتمى إلى *C. annuum* – فإن القوة التى تلزم لفصل الثمرة عند الحصاد – وهى صفة وراثية – تتناسب طرديًا مع كل من طول الثمرة، وقطرها، وطول عنق الثمرة، وقطر ندبة (مكان) اتصال الثمرة بعنقها (عن Motsenbocker ١٩٩٦). وعلى النقيض من ذلك لم يجد Motsenbocker (١٩٩٦) أى علاقة بين القوة التى تلزم لفصل الثمرة عند الحصاد وأى من صفات الثمرة فى سلالتين من الفلفل التباسكو.

كذلك وجدت اختلافات وراثية بين أصناف الفلفل الكايين Cayenne فى القوة التى تلزم لفصل الثمار عند الحصاد، وقد تشابهت تلك الأصناف مع أصناف الفلفل الحلو فى وجود علاقة طردية بين القوة التى تلزم لفصل الثمار عند الحصاد وكل من طول الثمرة، وقطرها، ووزنها. وتبين أن الأصناف التى تحتاج إلى قوة أكبر لفصل ثمارها تتميز بوجود عدة طبقات من الخلايا الدعامية الملجننة عند منطقة اتصال الثمرة بالعنق (Gersch وآخرون ١٩٩٨).

فسيولوجيا ما بعد الحصاد

الفقد الرطوبى

لاتوجد ثغور على سطح ثمار الفلفل، التى يكون فقدها للرطوبة – بعد الحصاد – من خلال طبقة الأديم cuticle التى تغطى سطح الثمرة. ويتناسب معدل الفقد الرطوبى للثمار طرديًّا مع محتواها الرطوبى عند القطف، كما يتناسب عكسيًّا مع سمك الغطاء لطبقة البشرة (Lownds وآخرون ١٩٩٣، و Blanke & Holthe ١٩٩٧).

التنفس، وإنتاج الإثيلين، وظاهرة الكلايمكتيريك

لاتعد ثمرة الفلفل من الثمار الكلايمكتيرية نظرًا لأن التغيرات اللونية التى تصاحب نضجها لا يسبقها، أو يواكبها، أو يعقبها أى زيادة كلايمكتيرية فى تنفس الثمار أو إنتاجها من الإثيلين، وإنما تكون تلك الزيادة بسيطة (Rylski ١٩٨٦). تأكدت تلك الخاصية فى ثمار الفلفل الحلو بصورة عامة، وإن كانت قد لوحظت ظاهرة الكلايمكتيرك فى تنفس ثمار أحد أصناف الفلفل الحلو الكورية، وهو Chooraehong (عن Biles وآخرين ١٩٩٣).

وفى الفلفل الشيلى Mexican chile peppers (صنف New Mexico 6-4) لم تلاحظ كذلك – أى زيادة كلايمكتيرية فى تنفس الثمار أثناء نضجها، ولكن لوحظت زيادة فى معدل إنتاج الإثيلين مرتان: كانت أولاهما عند عمر ٦١ يومًا من تفتح الزهرة وصاحبت مرحلة الزيادة الكبيرة فى نمو الثمرة، وكانت الثانية عند عمر ٦٩ يومًا من تفتح الزهرة وصاحبت مرحلة التغيرات اللونية فى الثمرة (Biles وآخرون ١٩٩٣).

وعلى الرغم من أن إنتاج الإثيلين كان أعلى فى الثمار الحمراء عما فى مراحل النضج الأخرى، إلا أن هذا الإنتاج لم يكن كافيًّا لتحفيز الثمار ذاتيًّا لإنتاج مزيد من الغاز، كما لم تلاحظ أى زيادة فى معدل تنفس الثمار عند بداية نضجها. وقد أوضحت دراسات Villavicencio وآخرون (١٩٩٩) اختلافات جوهرية بين ١٣ صنفًا من الفلفل (الأخضر والأحمر فى درجات مختلفة من التلوين) فى معدل تنفس الثمار وإنتاجها من الإثيلين. وبصورة عامة .. ازداد إنتاج الإثيلين جوهريًّا عند اكتمال التكوين – أو قبل اكتماله – فى كل الأصناف فيما عدا صنفين، هما: Cubanelle، و Hungarian Wax.

هذا .. وتعد البذور غير الناضجة والمشيمة المصدرين الرئيسيين لغاز ثانى أكسيد الكربون الذى يتراكم فى تجويف الثمار الخضراء، بينما يكون تنفس الجدر الثمرية منخفضًا (Blanke & Holthe ١٩٩٧).

أضرار البرودة

من أهم مظاهر أضرار البرودة Chilling injury تكون نقر سطحية على الثمار، واكتساب البذور لونًا بنيًّا، وتغير لون كأس الثمرة وتحلله، وظهور لون بنى ضارب إلى الرمادى على سطح الثمرة فى الحالات الشديدة. تظهر الأعراض على الثمار بعد نقلها إلى الحرارة العالية وليس أثناء تخزينها فى الحرارة المنخفضة. وتزداد الفترة التى تكفى لظهور أضرار البرودة من يوم واحد على حرارة ١ْم إلى نحو ١٤ يومًا على حرارة ٦ْم. ويزداد التنقير السطحى مع انخفاض الرطوبة النسبية. هذا .. إلا أن الفلفل الأحمر لا يصاب بالتنقير السطحى (Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

ولم تظهر أعراض أضرار البرودة (متمثلة فى النقر السطحية) فى ثمار الفلفل الخضراء، والناضجة الحمراء، والصفراء عندما خزنت فى حرارة ١٣ْم لمدة أسبوعين، كما لم تظهر أضرار البرودة على الثمار الناضجة التى خزنت على حرارة ١ْم لمدة أسبوعين، ولكنها ظهرت على الثمار الخضراء التى خزنت لمدة ثلاثة أيام على ١ْم. وقد حفّزت حرارة التخزين المنخفضة (١ْم) زيادة إنتاج الثمار من الإثيلين (Lin وآخرون ١٩٩٣أ، و ١٩٩٣ ب). هذا مع العلم بأن أضرار البرودة تظهر بعد يوم واحد من نقل الثمار من الحرارة المنخفضة إلى حرارة الغرفة.

ووجد أن مستوى الـ 1-aminocyclopane-1-carboxylic acid (اختصارا ACC)، وكذلك الإثيلين ازدادا فى الثمار الخضراء التى خزنت على ٢ْم بعد نقلها إلى حرارة الغرفة، بينما لم تحدث تلك الزيادة فى الثمار الخضراء التى خزنت على ١٠ْم، أو فى الثمار التى خزنت على ٢ْم أو ١٠ْم كذلك ظل مستوى البوترسين putrescine ثابتًا فى كل الحالات فيما عدا الثمار الخضراء التى خزنت على ٢ْم، والتى ازداد فيها مستوى البوترسين إلى الضعف بعد أسبوع واحد، وإلى عشرة أمثال مستواه الابتدائى بعد خمسة أسابيع من التخزين. أما الاسبرميدين spermidine فلم يتغير مستواه فى كل من الثمار

الخضراء والحمراء الناضجة سواء أكان تخزينها على ١٢°م أم ١٠°م (Serrano وآخرون ١٩٩٥).

كذلك ظهرت أضرار البرودة على ثمار الفلفل الخضراء المكتملة التكوين المخزنة على ٢°م، بينما لم تظهر تلك الأعراض على الثمار الحمراء من الصنف ذاته (صنف لامويو Lamuyo). وقد صاحب ظهور أضرار البرودة على الثمار الخضراء المكتملة التكوين زيادة جوهرية في معدل إنتاج الثمار من الإثيلين، وفي مستويات كل من الـ ACC، والبوترسين putrescine، وحامض الأبسيسيك ABA، بينما لم تحدث أي من تلك التغيرات في الثمار الخضراء المكتملة التكوين التي خزنت على ١٠°م، أو في الثمار الحمراء الناضجة التي خزنت على ٢ أو ١٠°م. هذا بينما ظل محتوى الثمار من الاسبرميدين spermidine ثابتًا في كل الحالات (Serrano وآخرون ١٩٩٧).

ويحدث فقد بسيط إلى متوسط في الجلسريدات الليبيدية glycerolipids أثناء التخزين البارد على حرارة ٢°م، ولكن يزداد هذا الفقد بشدة وتزداد الأضرار التي تحدث للأغشية الخلوية بعد تدفئة الثمار التي سبق تعريضها للحرارة المنخفضة، وتعد البلاستيدات الخضراء – بصورة خاصة – شديدة الحساسية لأضرار البرودة (Whitaker ١٩٩٥).

التغيرات في النشاط الإنزيمي المؤثر في صلابة الثمار

لوحظ أن التغيرات في نشاط الإنزيمات المسئولة عن تحلل الجدر الخلوية لثمار الفلفل أثناء نضجها، كانت كما يلي:

١ – ازداد نشاط إنزيم polygalacturonase، وصاحب ذلك تدهور في بنية (texture) الثمرة.

٢ – نقص نشاط إنزيم pectinestrase (أو methyl esterase).

٣ – لم تفقد الثمار التي خزنت في حرارة ٨°م (لمدة ٢٠ يومًا) بنيتها بسرعة كتلك التي حدثت في الثمار التي كان تخزينها في حرارة الغرفة.

٤ – كذلك تغير نشاط إنزيمات الـ glycanases، وهي: cellulase، و xylan endo-1,3-β-xylanase (أو xylanase)، و mannase، و α-D-mannosidase (أو glucanase)،

و β-D-galactosidase (أو galactanase) .. تغير نشاطها أثناء النضج، وكان أقل تغير فى النشاط الإنزيمى فى الثمار التى خزنت فى الحرارة المنخفضة، مقارنة بما كان عليه الحال فى الثمار الطازجة. وقد ازداد نشاط معظم تلك الإنزيمات، وكذلك نشاط إنزيمات laminarinase، و hemicellulase مع النضج، بينما قل نشاط إنزيم xylanase (Sethu وآخرون ١٩٩٦، و Prabha وآخرون ١٩٩٨).

عمليات التداول والإعداد للتسويق

أصناف الاستهلاك الطازج

يعد الفلفل للتسويق بعمليات التبريد الأولى، والتنظيف، والتشميع بطبقة رقيقة من الشمع لتقليل الفاقد فى الوزن قبل التسويق، ثم التعبئة فى عبوات مناسبة؛ وقد يُدرج الفلفل. ويراجع لذلك Seelig (١٩٦٨) بخصوص درجات الفلفل المعتمدة فى الولايات المتحدة

يفضل تبريد الفلفل أوليًا بالماء البارد، وليس بطريقة الدفع الجبرى للهواء، الذى يمكن أن يُفقد الثمار جزءًا كبيرًا من رطوبتها.

ويتعين إجراء جميع عمليات التداول بعد الحصاد بحرص شديد لتجنب إحداث أى خدوش، أو تشققات، أو تهتكات بالثمار، فيتم تفريغ الثمار بحرص، وتدور آلات التدريج (شكل ٤-٢، يوجد فى آخر الكتاب) بالسرعة المناسبة، وتبطن كل الآلات التى تمر عليها الثمار بالوسائد المناسبة، ولا تزيد مسافة سقوط الثمار من مكان لآخر عن ٨ سم إن لم يكن المكان الذى تنقل إليه مبطنًا أو عن ٢٠ سم إن كان مبطنًا (Marshall & Brook ١٩٩٩).

أصناف التجفيف

تحصد ثمار أصناف الفلفل التى تستعمل جافة بعد تمام نضجها، ثم تجفف وتترك فى كومة مغطاة حتى يحدث توازن بين رطوبة الثمار والرطوبة النسبية فى الجو المحيط بها. ويمكن حينئذ تخزينها فى مخازن غير مبردة لمدة ٦ أشهر طالما أن درجة الحرارة تتراوح بين ١٠ و ٢٧°م. وقد تخزن الثمار المجففة فى درجة حرارة صفر-١٠°م حتى يتم تصنيعها، ويفيد ذلك فى احتفاظ الثمار بلونها الأحمر بصورة جيدة.

وأيًا كانت طريقة التخزين .. فإن نسبة الرطوبة فى ثمار الفلفل المجففة يجب أن تبقى فى حدود ١٠-١٥٪، وذلك لأن نقصها عن ذلك يؤدى إلى تفتتها عند التداول، ويصاحب ذلك تناثر أجزاء دقيقة منها فى الهواء تُحدث التهابات بالجلد، وبالجهاز التنفسى للعمال القائمين بالعمل. كما أن زيادة رطوبة الثمار عن ١٥٪ تؤدى إلى تكوّن نموات فطرية عليها. ويؤدى تخزين الثمار المجففة فى أكياس مبطنة بالبوليثيلين إلى إطالة أمد التخزين، وتقليل مشكلة الغبار، مع حفظ نسبة الرطوبة فى الثمار عند مستوى واحد أثناء التخزين أيًا كانت الرطوبة فى الجو الخارجى (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

التخزين، ومعاملات زيادة القدرة التخزينية لأصناف الاستهلاك الطازج

تأثير درجة الحرارة

تخزن ثمار الفلفل فى مجال حرارى يتراوح بين ٧ و ٩°م، مع رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٠ و ٩٥٪. ويمكن لثمار الفلفل أن تحتفظ بجودتها فى هذه الظروف لمدة ٣ أسابيع إن كان التخزين فى أوعية منفذة للرطوبة، ولمدة ٤ أسابيع إن كان التخزين فى أكياس من البوليثيلين المثقب.

وتتعرض ثمار الفلفل للإصابة بأضرار البرودة، إذا خزنت فى درجة حرارة تقل عن ٧°م، وأهم أعراضها تكون نقر سطحية على الثمار (تظهر هذه النقر فى خلال أيام قليلة من تخزين الثمار فى درجة حرارة ٢°م)، ويتغير لون الثمار قريبًا من الكأس، وتصبح الثمار أكثر عرضة للإصابة بفطر الألترناريا *Alternaria* لدى إخراجها من المخازن.

ويؤدى تخزين الثمار فى درجة حرارة أعلى من ١٠°م إلى سرعة نضجها، وزيادة فقدها للرطوبة، وذبولها.

تأثير الرطوبة النسبية

ازدادت إصابة ثمار الفلفل بالأعفان – عندما تركت معروضة لمدة ٧ أيام على حرارة ٢٠°م ورطوبة نسبية ٧٠٪ – وذلك كلما ازدادت الرطوبة النسبية خلال فترة التخزين التى سبقت العرض، والتى دامت لمدة ١٥ يومًا على حرارة ٨°م، علمًا بأن معاملات الرطوبة النسبية خلال فترة التخزين البارد تراوحت بين ٨٥٪، و ١٠٠٪. وعلى العكس

من ذلك ازداد الفقد فى الوزن وازدادت طراوة الثمار كلما انخفضت الرطوبة النسبية خلال فترة التخزين البارد (Polderdijk وآخرون ١٩٩٣).

معاملات الحد من الفقد الرطوبى

التشميع والتغليف بأغشية صالحة للأكل

أعطت معاملة تشميع ثمار الفلفل بأى من نوعى الشموع بريما فرش Primafresh، أو برولونج Prolong (الأخير بتركيز ٠,٥٪)، مع التخزين فى حرارة صفر، أو ٥°م .. أعطت أفضل النتائج من حيث زيادة القدرة التخزينية للثمار (Manzano & Zambrano ١٩٩٥).

وفى دراسة أخرى استعملت فى تغليف coating ثمار الفلفل تحضيرات تجارية صالحة للأكل edible أساسها زيت معدنى (مثل PacRite)، أو السيليلوز (مثل Nature Seal)، أو بروتين الحليب (مصل اللبن Whey البروتينى الذى ينفصل عند صناعة الجبن مع الجليسرول). وبينما لم تؤثر أى من المغلفات coatings على معدل تنفس الثمار أو تلونها، فإن التحضير PacRite كان هو الوحيد الذى قلل الفقد الرطوبى من الثمار وأدى إلى إطالة فترة صلاحيتها للتخزين (Lerdthanangkul & Krochta ١٩٩٦).

التعبئة فى أكياس البوليثيلين، والبولى فينيل كلورايد، والبولى بروبلين

تعبأ ثمار الفلفل فى أكياس غير منفذة للرطوبة (شكل ٤-٣، يوجد فى آخر الكتاب) بهدف تقليل الفقد الرطوبى منها وقد أدى وضع ثمار الفلفل فى عبوات من البوليثيلين المثقب إلى نقص الفقد الرطوبى إلى نحو ٥٪ فقط من الفقد الرطوبى فى حالة عدم التغليف، وصاحب ذلك نقص فى معدل طراوة الثمار وتلونها عندما كان التخزين فى حرارة ١٤ أو ٢٠°م. هذا إلا أن الثمار المغلفة فى الأكياس كانت أكثر تعرضًا للإصابة بالأعفان، الأمر الذى قلل من قدرتها التخزينية (Lownds وآخرون ١٩٩٣).

كما أمكن إطالة فترة احتفاظ ثمار الفلفل بجودتها بعد الحصاد حتى ٤٠ يومًا بتشميع الثمار ثم تغليفها فى أغشية منخفضة الكثافة من البوليثيلين بسمك ٤٢ أو ٦٥ ميكرونا، وتخزينها على ١٠°م، مع ٧٥٪ رطوبة نسبية. وقد أدت عمليتا التشميع والتغليف إلى زيادة فترة الصلاحية للتخزين على ١٠°م بمقدار ٢٠ يومًا وأبطأتا جوهريا كلا من وصول

الثمار إلى مرحلة الشيخوخة ومن التغيرات اللونية فيها، كما أحدثتا نقصًا في معدلات فقد الثمار لوزنها، وإصابتها بالأعفان، مقارنة بالتغيرات فى ثمار الكنترول. ولم تظهر أى تغيرات غير طبيعية فى طعم الثمار التى عوملت بهذه الطريقة وخزنت حتى ٤٠ يومًا (Gonzalez & Tiznado ١٩٩٣).

هذا إلا أن تعبئة ثمار الفلفل فى أغشية من البوليثيلين المنخفض الكثافة يؤدى إلى رفع الرطوبة النسبية داخل العبوة إلى درجة قريبة من التشبع، وتكثف الرطوبة على الثمار والأسطح الداخلية للأغشية. وقد أمكن التغلب على هذه المشكلة بوضع مادة ماصة للرطوبة – مثل كلوريد الصوديوم – داخل العبوة بمعدل ١٠ جم لكل عبوة تحتوى على أربع ثمار (٥٠٠–٦٠٠ جم) من الفلفل الأحمر. وعلى الرغم من أن إضافة كلوريد الصوديوم إلى العبوة أدت إلى زيادة الفقد فى الوزن قليلاً مقارنة بالفقد فى الوزن فى ثمار الكنترول، إلا أن هذه المعاملة حافظت على الرطوبة النسبية فى حدود ٩٢–٩٥٪، وجعلت من الممكن تخزين الثمار على ٨°م لمدة ثلاثة أسابيع دون أن تتعرض للإصابة بالأعفان (Rodov وآخرون ١٩٩٥).

وقد أمكن – كذلك – خفض الرطوبة النسبية داخل العبوات – دون التأثير على الفقد فى الوزن – باستعمال بوليثيلين مثقب بدلاً من البوليثيلين العادى، وكانت الثمار المعبأة فى البوليثيلين المثقب أقل تعرضًا للإصابة بالأعفان (عفن بوتريتس *Botrytis*) من نظيرتها غير المعبأة فى البوليثيلين غير المثقب، كما كانت أقل فقدًا فى الوزن من نظيرتها غير المعبأة فى أغشية البوليثيلين (Ben-Yehoshua وآخرون ١٩٩٦).

وأوضحت الدراسات أن تثقيب الغشاء يؤثر كثيرًا على تركيز الأكسجين وثانى أكسيد الكربون، ويقلل التكثيف المائى داخل العبوات، ويؤدى إلى تعديل الهواء المحيط بالثمار بما يتناسب واحتفاظها بجودتها لفترة طويلة أثناء التخزين (Ben-Yehoshua وآخرون ١٩٩٨).

وأوضحت دراسات Meir وآخرون (١٩٩٥) بخصوص تأثير تعبئة ثمار الفلفل الأحمر الحلو فى أكياس من البوليثيلين المثقب بدرجات مختلفة (تراوحت بين ٠,٠٦٤٪، و ٠,٤٢٪) .. أوضحت وجود عدة مزايا لذلك، كما يلى:

١ – أنقصت التعبئة فى أكياس البوليثيلين المثقب الفقد الرطوبى بنسبة ٤٠–٥٠٪ فى الثمار التى خزنت فى حرارة ٧,٥°م لمدة أسبوعين، ثم فى حرارة ١٧°م لمدة ٣ أيام إضافية.

٢ – لم تُحدث التعبئة فى أكياس البوليثيلين المثقبة زيادة جوهرية فى نسبة إصابة الثمار بالأعفان خلال فترتى التخزين (١٤ يومًا على حرارة ٧,٥°م) والعرض (٣ أيام على حرارة ١٧°م).

٣ – أمكن مع التعبئة فى أكياس البوليثيلين المثقبة تخزين ثمار الفلفل الحلو الأحمر فى حرارة ٣°م دون أن تظهر عليها أضرار البرودة.

٤ – أدى وضع ثمار الفلفل الأحمر فى تلك الأكياس لمدة يومين على حرارة ٢٥°م إلى اكتمال تلوينها بشكل جيد فى نهاية فترة التخزين التى استمرت لمدة ١٢ يومًا، وذلك دون أن تفقد الثمار صلابتها أو جودتها.

كما أمكن إطالة فترة تخزين ثمار الفلفل الحلو – مع الاحتفاظ بجودته – بغمس الثمار فى محلول ميبوكلوريت بتركيز ١٪، ثم وضعها – بعد جفافها – فى صوان ألومنيومية، وتغطيتها بغشاء من البولى فينيل كلورايد PVC بسمك ١٦,٥ ميكرونًا، وتخزينها على ٨°م. وبهذه الطريقة .. لم يتعد الفقد الرطوبى من الثمار ١١,٦٪ بعد ٣٠ يومًا من التخزين (Barros وآخرون ١٩٩٤).

كذلك أدت تعبئة ثمار الفلفل الأخضر المكتملة التكوين من صنف لامويو فى أغشيته من البولى بروبلين التى تتفاوت فى درجة نفاذيتها (نفاذية قدرها ١٠ أو ٨٠ لتر/م^2/ يوم لكل من الأكسجين، وثانى أكسيد الكربون) .. أدت إلى تقليل تعرضها لأضرار البرودة عند تخزينها على ٢°م، وخاصة فى الغشاء الاقل نفاذية. وقد كانت الزيادة فى إنتاج كل من الـ ACC، والبوترسين، والـ ABA فى الثمار المعبئة فى هذه الأغشية أقل مما فى نظيراتها من الثمار المخزنة فى الحرارة المنخفضة دون تغليف (Serrano وآخرون ١٩٩٧).

معاملات الحد من أضرار البرودة

معاملة النباتات بمنظمات النمو قبل الحصاد

أدى رش نباتات الفلفل في مرحلة الإزهار بأى مـن: الباكلوبـترازول paclobutrazol (بتركيز ٥٠ أو ١٠٠ جزء فـى المليـون)، أو اليونـى كونـازول uniconazole (بـتركيز ٢٠ أو ٥٠ جزء في المليون)، أو المفليودايد mefluidide (بتركيز ٢٠ أو ٥٠ جزء فى المليـون) إلى الحد بشدة من أضرار البرودة التى ظهرت على ثمار الفلفـل الخضـراء والحمـراء بعـد ٢٨ يومًا من تخـزينـــها علـى ٢°م. ولم يختلـف معـدل إنتـاج الإثيلـين وثـانى أكسـيد الكربون – فى حرارة ٢٠°م – بين الثمار التى أعطيت معاملة الباكلوبترازول والتى سبق تخزينـها لـدة ٢٨ يومًـا علـى حـرارة ٢°م، وثمـار معاملـة الكنـترول التـى لم تعـط تلـك المعاملات (Lurie وآخرون ١٩٩٣، و ١٩٩٥).

معاملة الثمار بالمثيل جاسمونيت

أمكن الحد من أضرار البرودة فى ثمار الفلفل المخزنـة علـى ٢°م لـدة ٤–١٠ أسـابيع بغمرهـا – قبـل التخزيـن – لـدة ٣٠ ثانيـة فـى محلـول المثيـل جـاسمونيت methyl jasmonate بتركيز ٢٥ مللى مول. كما أعطـت المعاملـة بـالمركب فـى صـورة غازيـة لـدة ساعة نتيجة مماثلة لعاملة الغمر (Meir وآخرون ١٩٩٦).

معاملة الثمار بالماء الساخن قبل التخزين

أمكن الحد من ظهور أضرار البرودة في ثمار الفلفل الحلو الخضراء المخزنة على ٤°م لمدة يومين، وذلك بمعاملتها قبل التخزين بالغمر فى الماء الدافئ على حرارة ٤٠ أو ٤٥°م لمدة ٤٥ دقيقة، أو بالتدفئة على حرارة ٤٠°م لمدة ٢٠ سـاعة، وصـاحب تلـك المعـاملات نقص جوهرى فى التسرب الأيونى من الثمار التى تعرضت للبرودة مقارنة بنظيراتها التى لم تعط المعاملة الحرارية. هذا إلا أن غمر الثمار فى الماء على حرارة ٥٠°م لمدة ٤٥ دقيقـة أحدث تلفًا كبيرًا فى الأغشية الخلوية (Mencarelli وآخرون ١٩٩٣).

وأدت معاملة ثمار الفلفل بالماء الساخن على حـرارة ٥٠°م لـدة ٣ دقـائق إلى مكافحـة كلا من العفـن الرمـادى grey mould الـذى يسـببه الفطـر *Botrytis cinerea*، والعـفن الأسـود black mould الـذى يسـببه الفطـر *Alternaria alternata*، حيـث أمـكن

مكافحتهما بصورة تامة أو خفض الإصابة بهما بصورة معنوية حتى مع تعريض الثمار للعدوى الصناعية بأى من الفطرين قبل معاملتها بالماء الساخن. ولم تظهر أضرار على ثمار الفلفل من جرّاء معاملة الماء الساخن إلا إذا استمر التعريض لحرارة ٥٠°م لمدة ٥ دقائق، أو كان التعريض لحرارة ٥٥°م لمدة دقيقة واحدة أو أكثر، وكانت الأضرار على صورة شقوق ونقر على سطح الثمار (Fallik وآخرون ١٩٩٦).

وقد قام Fallik وآخرون (١٩٩٩) بغسيل ثمار عدة أصناف من الفلفل الحلو بالماء العادى أولاً، ثم بالماء الساخن على حرارة ٥٤–٥٦°م لمدة ١٠–١٤ ثانية أثناء مرورها على فرش التنظيف، ثم تجفيفها – قبل تعبئتها – وتخزينها على ٧°م لمدة ١٥ يومًا، ثم على ١٦–١٨°م لمدة ٤ أيام إضافية. كانت الثمار المعاملة بهذه الطريقة – التى تناسب التصدير بطريق البحر إلى الأسواق الأوروبية والخليجية – أكثر صلابة ونظافة عن نظيراتها التى نظفت فقط بالفُرَش الجافة، كما كانت خالية تمامًا تقريبًا من الأعفان، وتبين أن المعاملة أدت إلى التخلص من الأتربة الدقيقة والجراثيم الفطرية التى تتواجد فى كأس الثمرة وجلدها.

التدفئة المتقطعة أثناء التخزين

تبدأ التغيرات الأيضية المصاحبة لأضرار البرودة قبل ظهور أية أعراض مرئية لتلك الأضرار، وتتمثل فى حدوث زيادة فى معدل التنفس، ومعدل إنتاج الإيثلين، ونفاذية الأغشية الخلوية. هذا إلا أن تبادل تعريض الثمار لحرارة عالية مع الحرارة المنخفضة (صفر إلى ١°م) أثناء تخزينها أبطل التأثير الضار للحرارة المنخفضة، وأدى إلى ضَعف تراكم الكحول، والأسيتالدهيد، والأسيتون، وزيادة نشاط إنزيمات الـ peroxidase، والـ catalase، وتثبيط نشاط إنزيم phenylalnine ammonia-lyase، ونقص التسرب الأيونى، وتقليل أضرار البرودة (Chen وآخرون ١٩٩٤). وعلى الرغم من أن تدفئة ثمار الفلفل المخزنة على ٥°م، و ٩٠–٩٥٪ رطوبة نسبية (برفع حرارة الثمار إلى ٢٤–٢٥°م مع ٧٠–٧٥٪ رطوبة نسبية لمدة ٢٤ ساعة كل ٢–٥ أيام) أدى إلى تقليل أضرار البرودة، إلا أن ذلك كان مُصاحبًا بزيادة فى الفقد فى الوزن، ونقص فى الصلاحية للتسويق (Kluge وآخرون ١٩٩٨).

معاملات الحد من الإصابة بالأعفان

المعاملة بالمبيدات الفطرية

أدى غمس ثمار الفلفل الحلو فى محلول من الثيابندازول thiabendazole (اختصارًا TBZ) بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون على حرارة ٥٠°م، ثم تخزينها فى ٤°م .. أدى ذلك إلى تقليل إصابتها بأضرار البرودة مما فى الثمار التى تم غمسها فى الـ TBZ على حرارة ٢٥°م. وأدت معاملة الـ TBZ إلى خفض الإصابة بالأعفان جوهريًا. وكانت أفضل المعاملات هى غمس الثمار فى الـ TBZ على ٥٠°م تم التخزين فى جو متحكم فى مكوناته CA على حرارة ٤°م، وذلك من حيث احتفاظ الثمار بجودتها، وعدم تعرضها للإصابة بالأعفان، وبأضرار البرودة (Yang & Lee ١٩٩٨).

المعاملة ببيكربونات البوتاسيوم

كانت معاملة ثمار الفلفل ببيكربونات البوتاسيوم أكثر تأثيرًا فى مكافحة الفطر *Alternaria alternata* – مسبب مرض العفن الأسود – عن استعمال أى من الـ penconazole، أو الزيوت، أو المواد الناشرة (Ziv وآخرون ١٩٩٤). وفى دراسة أخرى (Fallik وآخرون ١٩٩٧) أدى غمس ثمار الفلفل فى محلول من بيكربونات البوتاسيوم بتركيز ١٪ أو ٢٪ إلى إحداث نقص معنوى فى إصابات الثمار بكل من العفن الرمادى (*Botrylis cinerea*)، والعفن الأسود (*Alternaria alternata*)، مقارنة بالكنترول، بينما أدى النقع فى بيكربونات البوتاسيوم بتركيز ٣٪ إلى التأثير سلبيًا على نوعية الثمار. وقد تبين من الدراسات المختبرية أن تأثير بيكربونات البوتاسيوم على كل من الفطرين كان مثبطًا (وليس قاتلاً)، وذلك من خلال تثبيطه لنمو الغزل الفطرى، وإنبات الجراثيم، واستطالة الأنابيب الجرثومية. ومن المعلوم أن أملاح البيكربونات تستعمل فى الأغذية بتركيزات قد تصل إلى ٢٪.

المعاملة بفوق أكسيد الأيدروجين

أدى غمس ثمار الفلفل فى محلول من السانوسل Sanosil-25 (وهو يحتوى على H_2O_2 – أى فوق أكسيد الأيدروجين hydrogen peroxide – بنسبة ٤٨٪) بتركيز ٠,٥٪ .. أدى إلى خفض إصابات الثمار بكل من العفن الرمادى والعفن الأسود إلى المستويات المقبولة تجاريًا، وذلك مقارنة بالكنترول (Fallik وآخرون ١٩٩٤).

المعاملة بالشيتوسان

أدت معاملة ثمار الفلفل بالشيتوسان chitosan إلى خفض إنتاج الفطر *Botrytis cinerea* لإنزيمات الـ polygalacturonases (وهى التى تقوم بتحليل البكتين فى الجدر الخلوية للثمار المصابة)، والإضرار البيولوجى الشديد بهيفات الفطر ذاته؛ الأمر الذى أضعف كثيرًا من قدرة الفطر على إصابة الثمار (Ghaouth وآخرون ١٩٩٧).

المعاملة بأشعة جاما

أحدثت معاملة ثمار الفلفل (صنف ماجده Magda) بأشعة جاما بجرعات تراوحت بين ٢٠٠، و ٨٠٠ Gy (بمعدل ١,٤٦ Gy/ساعة) .. أحدثت زيادة كبيرة فى قدرة ثمار الفلفل على التخزين، حيث بلغت ٤٩–٥٨ يومًا عندما كان تخزين الثمار المعاملة بالإشعاع على حرارة ٧–٩°م، مع ٥٠–٥٥٪ رطوبة نسبية (Wiendl وآخرون ١٩٩٦).

التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته

كان لتخزين الثمار لمدة ٢٤ ساعة فى هواء تنخفض فيه نسبة الأكسجين إلى ١,٥٪ تأثير بالغ فى خفض معدل تنفس تلك الثمار لمدة ٢٤ ساعة أخرى بعد نقلها إلى الهواء العادى، وأدت زيادة فترة التخزين حتى ٧٢ ساعة فى ١,٥٪ أكسجين إلى زيادة الفترة التى استمر فيها الانخفاض فى معدل تنفس الثمار – بعد نقلها إلى الهواء العادى – إلى ٤٨ ساعة. وكان التخزين فى هواء يحتوى على ٥٪ أكسجين أقل تأثيرًا فى هذا الشأن، بينما لم يكن للتخزين فى ١٠٪ أكسجين أى تأثير، وذلك مقارنة بالكنترول (Rahman وآخرون ١٩٩٣).

وأدى تخزين الفلفل فى ٣٪ ثانى أكسيد كربون، و ٣٪ أكسجين لمدة ١٥ يومًا على حرارة ٨°م .. أدى إلى تقليل أعفان الثمار عندما وضعت بعد ذلك على حرارة ٢٠°م لمدة سبعة أيام، وذلك مقارنة بالتخزين فى صفر٪ ثانى أكسيد كربون و ٢١٪ أكسجين (Polderdijk وآخرون ١٩٩٣).

وقد أمكن شحن الفلفل من هولندا إلى الولايات المتحدة بطريق البحر فى رحلة استغرقت ١٠ أيام على حرارة ٨°م، ورطوبة نسبية ٩٢٪، مع ٤٪ أكسجين + ٣٪ ثانى أكسيد كربون، كان الفقد فى الوزن خلالها ٣٪ فقط، وبعد ٧ أيام إضافية من العرض على حرارة ١٧°م ورطوبة نسبية ٧٥٪ بلغ الفقد فى الوزن ٥٪ (Janssens ١٩٩٤).

وعلى الرغم من أن ثمار الفلفل لم تصب بأضرار البرودة عندما خزنت على حرارة ٥ أو ١٠°م لمدة ١٨ يومًا فى الهواء العادى، إلا أن أضرار البرودة ظهرت بعد ٦ أيام فقط من التخزين على ٥°م عندما احتوى هواء المخزن على ١٠٪ ثانى أكسيد الكربون (+ هواء أو ٣٪ أكسجين)، ولكن هذه النسبة العالية من ثانى أكسيد الكربون لم تؤثر فى نوعية الثمار عندما كان التخزين على ١٠°م. وقد كانت معدلات التنفس وإنتاج الإيثلين (بعد إخراج الثمار من المخزن وحفظها لمدة ٣ أيام على حرارة ١٥°م) أعلى فى الثمار التى كان تخزينها على حرارة ٥°م مع ١٠٪ ثانى أكسيد كربون عما فى تلك التى كان تخزينها على ١٠°م. وقد كانت نوعية الثمار أفضل ما يمكن عندما كان التخزين فى ٥٪ ثانى أكسيد كربون (Mercado وآخرون ١٩٩٥).

وقد احتفظت ثمار الفلفل من صنف كاليفورنيا وندر بأفضل نوعية لها لمدة ٤ أسابيع على حرارة ١٠°م عندما كان تخزنيها فى ١٪ أكسجين، وذلك مقارنة بالتخزين فى ٣، أو ٥، أو ٧، أو ٢١٪ أكسجين؛ فبعد أسبوعين فقط من التخزين كانت نسبة الثمار التى أصيبت بالأعفان ٣٣٪ عندما كان التخزين فى ٢١٪ أكسجين، بينما كانت الأعفان ٩٪ فقط فى ١٠٪ أكسجين. وبينما انخفضت نسبة الإصابة بالأعفان قليلاً خلال الأيام الأولى من التخزين فى ٣٪ أو ٥٪ أكسجين، فإن التخزين فى ٧٪ أكسجين لم يختلف عن التخزين فى الهواء العادى (٢١٪ أكسجين) فيما يتعلق بالإصابة بالأعفان. وقد استمرت فاعلية التخزين فى ١٪ أكسجين فى خفض الإصابة بالأعفان طوال فترة التخزين التى استمرت لمدة ٤ أسابيع، وكان معدل تنفس هذه الثمار وإنتاجها من الإثيلين أقل مما فى الثمار التى خزنت فى نِسَبٍ أعلى من الأكسجين (Luo & Mikitzel ١٩٩٦).

ويتبين من دراسات Tang & Lee (١٩٩٧) بخصوص تأثير التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته على إصابة الثمار بأضرار البرودة، ما يلى:

١ – أصيبت الثمار بأضرار البرودة، ولم تكن صالحة للتسويق عندما خزنت لمدة ٧ أيام على حرارة ١°م، أو لمدة ١٥ يومًا على ٤°م.

٢ – لم تظهر أعراض أضرار البرودة عندما كان التخزين على ١٠°م، ولكن الثمار التى خزنت على هذه الدرجة لمدة ٣٠ يومًا لم تكن صالحة للتسويق كذلك لشدة تدهورها.

٣ – كانت أكثر معاملات الهواء المتحكم فى مكوناته فاعلية فى خفض أضرار البرودة على ٤ْم هى: ١٪ ثانى أكسيد كربون + ١٪ أكسجين، أو ٣٪ ثانى أكسيد كربون + ١٪ أكسجين.

٤ – لم تكن الثمار صالحة للتسويق بعد تخزينها لمدة ١٥ يومًا فى ١٠٪ ثانى أكسيد كربون + ٣٪ أكسجين، على ٤ْم.

٥ – ازدادت إصابة الثمار بالأعفان، وازداد إنتاجها من ثانى أكسيد الكربون والإثيلين مع زيادة إصابتها بأضرار البرودة، وزيادة فترة تخزينها.

٦ – كانت أفضل ظروف للتخزين على ٤ْم – مع احتفاظ الثمار بجودتها لأطول فترة ممكنة – هى: ١٪ ثانى أكسيد كربون + ١٪ أكسجين، و ٣٪ ثانى أكسد كربون + ١٪ أكسجين.

كذلك وجد أن خفض نسبة الأكسجين فى هواء المخزن إلى ٢٪ أو ٥٪ أدى إلى تقليل إصابة ثمار الفلفل بأضرار البرودة عندما خزنت فى حرارة ٥ْم لمدة ٢١ يومًا ثم نقلت إلى ١٥ْم لمدة ٥ أيام (عن Lougheed ١٩٨٧).

التصدير

يصدر الفلفل الأخضر إلى بعض دول أوروبا الغربية خلال الفترة من يناير إلى منتصف أبريل. تفرز وتستبعد الثمار غير المطابقة للصنف، وغير المنتظمة الشكل، والمصابة بجروح أو خدوش أو أمراض، والمصابة بلفحة الشمس، وعديمة العنق. ويجب أن تكون الثمار المصدرة كاملة وسليمة وطازجة، وفى درجة مناسبة من النضج، وذات لون طبيعى، وخالية من آثار المبيدات، وآثار الإصابات المرضية والحشرية.

تعبأ الثمار فى كراتين سعة ٣ كجم، ترص فيها الثمار يدويًا فى صفوف. وتبقى الثمار بحالة جيدة لمدة ٣٠ يومًا عند تداولها جيدًا.

الفصل الخامس

أمراض وآفات الفلفل ومكافحتها

يصاب الفلفل بالعديد من الآفات، منها: مسببات الأمراض، والحشرات، والأكاروسات. ويذكر Ziedan (١٩٨٠) خمسة أمراض تصيب الفلفل في مصر، هي: اللفحة (لفحة ألترناريا، ولفحة ستيمفيليلم)، والذبول الطرى، والذبول الفيوزارى، والبياض الدقيقى، ونيماتودا تعقد الجذور. هذا .. ويُصاب الفلفل أيضًا ببعض مسببات الأمراض الأخرى التى يُعرف وجودها فى مصر، مثل: الفطر *Sclerotium rolfsii* وفيرس موزايك الخيار، وفيرس موزايك التبغ، وفيرس إكس البطاطس، وفيرس واى البطاطس.

الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور

يبين جدول (٥-١) قائمة بأمراض الفلفل التى تنتقل عن طريق البذور.

جدول (٥-١): أمراض الفلفل التى تنتقل عن طريق البذور (عن George ١٩٨٥).

المرض		المسبب
عفن الثمار	Fruit rot	*Alternaria* spp.
تبقع الأوراق السر كسبورى	Frog-eye leaf spot	*Cercospora capsici*
	Fruit stem-end rot	
الأنثراكنوز	Ripe rot, anthracnose	*Colletotrichum piperatum*
عفن الثمار	Fruit rot	*Diaporthe phaseolorum*
الذبول الفيوزارى	Fusarium wilt	*Fusarium solani*
		Gibberella fujikuroi
تبقعات وتلطخات الأوراق	Leaf mould, leaf spot	*Phaeoramularia capsicicola*
		Cercospora capsicola and *C. unamunoi*
لفحة فيتوفثورا	Phytophthora blight, fruit rot	*Phytophthora capsici*
رايزوكتونيا	Rhizoctonia	*Rhizoctonia solani*
عفن اسكليروشيوم	Sclerotium rot, pink joint, stem canker	*Sclerotinia sclerotiorum*

تابع جدول (١-٥).

المرض		المسبب
العفن البنى	Brown rot	*Ralstonia solanacearum*
التبقع البكتيرى	Bacterial spot of fruit, stem and leaf; Seedling blight	*Xanthomonas vesicatoria*
فيرس موزايك البرسيم الحجازى	Alfalfa mosaic virus	
فيرس موزايك الخيار	Cucumber mosaic virus	
فيرس موزايك التبغ	Tobacco mosaic virus	

الذبول الطرى، أو مرض سقوط البادرات

المسببات

من بين الفطريات التى تسبب مرض الذبول الطرى فى الفلفل، مايلى:

Fusarium solani *Rhizoctonia solani*
Alternaria spp. *Pythium* spp.
Phytophthora spp.

الأعراض

قد تؤدى الإصابة إلى تعفن البذور قبل ظهورها أعلى سطح التربة، ويعرف ذلك باسم الذبول الطرى السابق للإنبات Pre-emergence damping-off، ويظهر على شكل نقص فى نسبة الإنبات، وقد تظهر الإصابة على شكل ضمور فى السويقة الجنينية السفلى للبادرة عند مستوى سطح التربة، فتذبل البادرة نتيجة لذلك، ويسقط جزؤها الأخضر العلوى على سطح التربة، ويعرف ذلك باسم سقوط البادرات Post-emergence damping-off.

هذا .. وتصبح البادرات مقاومة للإصابة بالذبول الطرى عندما تتصلب سيقانها قليلاً، ويكون ذلك بعد الإنبات بنحو ١٥-٢٠ يومًا.

الظروف المناسبة للإصابة

تناسب درجات الحرارة المرتفعة نسبيًا (أو الحرارة المنخفضة فى حالة الإصابة بالفطر *Pythium* spp.)، وارتفاع الرطوبة الأرضية، وقلة الإضاءة والتهوية، وزيادة كثافة

النباتات الإصابة بالذبول الطرى. وجميعها ظروف تعمل على جعل البادرات رهيفة، وضعيفة، وعديمة المقاومة للفطريات المسببة للمرض.

المكافحة

يكافح الذبول الطرى بمراعاة ما يلى:

١ – تعقيم المشاتل قبل زراعتها.

٢ – تجنب الزراعة الكثيفة للمشاتل.

٣ – تهوية المشاتل جيدًا.

٤ – الاعتدال فى رى المشاتل.

٥ – معاملة البذور والمشاتل بالمبيدات.

تعامل البذور قبل زراعتها بأحد المطهرات الفطرية، مثل: فيتافاكس/كابتان، أو فيتافاكس/ثيرام، أو سيمسان، أو أورثوسيد بمعدل ١,٥ جم من المبيد لكل كيلو جرام من البذرة. وفى حالة ظهور الإصابة .. ينصح بترطيب المشتل بمحلول مخفف من الكابتان، أو الكوبرسان، أو البنليت بتركيز ٠,٢٥٪، وبمعدل حوالى لتر من المحلول لكل متر مربع من المشتل، مع تكرار المعاملة كل ٧ أيام فى حالة استمرار الإصابة.

٦ – المكافحة الحيوية:

أمكن حماية الفلفل من الإصابة بالذبول الطرى المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* بشكل جيد بالمعاملة بكل من الفطرين *Gliocladium virens* (العزلتان *Gl*-3، و *Gl*-21)، و *Trichoderma hamatum* (العزلة TRI-4) (Lewis وآخرون ١٩٩٥).

كما أمكن مكافحة كل من *R. solani*، و *Pythium ultimum* بالمعاملة بالفطر *Cladorrhinum foecundissimum* (Lewis & Larkin ١٩٩٨).

كذلك أفادت معاملة بذور الفلفل، أو مخاليط إنتاج الشتلات، أو الشتلات بمخلوط من كل من الفطر *Gliocladium virens* (السلالة *Gl*-3)، والبكتيريا *Burkholderia cepacia* (السلالة Bc-F) معًا .. أفاد ذلك فى حماية البادرات من الإصابة بكل من فطريات الذبول الطرى: *R. solani*، و *P. ultimun*، و *Fusarum oxysporium*، و *Corticium rolfsii* (= *Sclerotium rolfsii*)، ولكن لم تكن المعاملة بأى منهما على انفراد فعّالة فى مكافحة الذبول الطرى (Mao وآخرون ١٩٩٨).

كما أمكن كذلك مكافحة أعفان الجذور التى تسببها الفطريات: *R. Solani*، و *Fusarium solani*، و *C rolfsii* بالمعاملة بكل من فطرى الميكوريزا *Trichoderma harzianum*، و *T viride* (Ellil وآخرون ١٩٩٨).

وللإطلاع على مزيد من التفاصيل عن هذا المرض – وهو مرض شائع فى معظم الخضروات – يمكن الرجوع إلى حسن (١٩٩٨ ب).

الذبول الفيوزارى

ذكر فطران كمسببين لمرض الذبول الفيوزارى فى الفلفل، هما:

١ – الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici*:

تبدأ الأعراض بظهور اصفرار بسيط على الأوراق، مع ذبول فى الأوراق العليا للنبات، ليذبل النبات كله فى خلال أيام. ويرافق ذلك تلون فى الحزم الوعائية للنبات، وخاصة فى الجذور والجزء السفلى من الساق.

٢ – الفطر *Fusarium annuum*:

من أبرز أعراض الإصابة بهذا الفطر تعفن الجذور. تبدأ الأعراض على صورة تهدل فى الأوراق السفلى، يتبعه ذبول سريع للنبات، وموت أطراف الأفرع الساقية، ويكون ذلك مصاحبًا بتحلل الجذور حتى قاعدة النبات، مع تحليق الساق عند سطح التربة، وتصبح الجذور مائية المظهر ومتحللة وتشاهد الأجسام الثمرية للفطر بلون أخضر ضارب إلى البياض، أو إلى الزرقة حول قاعدة النبات عند زيادة الرطوبة الأرضية.

يعيش هذا الفطر فى التربة – فى غياب العائل – وينتشر مع ماء الرى والأتربة التى تثيرها الرياح. وأنسب درجة حرارة لانتشار المرض تتراوح بين ٢٤ و ٢٧°م، ويقل المرض كثيرًا فى درجة حرارة تقل عن ١٦°م، أو تزيد عن ٣٨°م. ويزداد انتشار المرض كثيرًا عند زيادة الرطوبة الأرضية، وسوء الصرف (Chupp & Sherif ١٩٦٠).

ذبول فيرتسيليم

يسبب مرض ذبول فيرتسيليم فى الفلفل الفطر *Verticillium dahliae* وقد وُجِدَ أن عزلات الفطر التى أصابت الفلفل لم تكن قادرة على إصابة الطماطم، كما لم تكن

العزلات التى أصابت الطماطم قادرة على إصابة الفلفل (Riley & Bosland ١٩٩٧). وفى دراسة أخرى لم تكن عزلات الطماطم والبطيخ قادرة على إحداث أعراض الإصابة فى الفلفل البابريكا على الرغم من أنها استعمرت أنسجته. وبالمقارنة لم تكن عزلة من البطاطس قادرة على إصابة الفلفل، بينما أحدثت عزلة البابريكا أعراضًا مرضية فى البطاطس والباذنجان أشد من تلك التى أحدثتها عزلة البطاطس (Tsror وآخرون ١٩٩٨).

تبدأ أعراض الإصابة بالذبول والتفاف حواف الأوراق السفلى إلى أعلى، واكتساب قمة الأوراق وحوافها لونًا أصفرًا لا يلبث أن يتحول إلى البنى (شكل ٥-١، يوجد فى آخر الكتاب). وقد يذبل النبات كله (شكل ٥-٢، يوجد فى آخر الكتاب)، وقد يتقزم فقط، ولكن تصبح الأوراق فى كل الحالات صفراء اللون. ويتغير لون الحزم الوعائية فى الجذور وقاعدة ساق النبات إلى اللون البنى (شكل ٥-٣، يوجد فى آخر الكتاب)، وغالبًا ما يمتد هذا التلون إلى أعلى فى ساق النبات وفروعه.

يمكن أن يعيش الفطر فى التربة لعدة سنوات.

ويكافح المرض باتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية.

العفن الأبيض

المسبب

يسبب مرض العفن الأبيض White Mold الفطر *Sclerotinia sclerotiorum*.

الأعراض

تبدأ الإصابة على ساق النبات قرب سطح التربة على شكل بقع صغيرة مائية المظهر لا تلبث أن تتحول إلى اللون البنى. ومن هذه النقطة تمتد الإصابة إلى أسفل نحو الجذور، كما تمتد إلى أعلى على الساق حتى الفروع؛ لتظهر عليها تقرحات ينمو بها غزل الفطر الأبيض. تؤدى الإصابة إلى اصفرار الأوراق وذبولها وسقوطها. وتشاهد الأجسام الحجرية للفطر فى الأجزاء المصابة من ساق النبات وتفرعاته. تكون هذه الأجسام صفراء اللون فى البداية، ثم تتحول إلى اللون البنى، فالأسود.

يلائم انتشار المرض رطوبة نسبية لا تقل عن ٧٥٪، وحرارة تتراوح بين ٢٠، و ٣٠°م.

المكافحة

يكافح مرض العفن الأبيض بمراعاة ما يلى:

١ – تعقيم التربة للتخلص من الأجسام الثمرية للفطر، وهى التى تبدأ منها الإصابة

٢ – رش الشتلات قبل زراعتها بالتراى ميلتوكس فورت، أو بالداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪ من أى منهما. ومتابعة الرش بالتبادل كل أسبوعين بعد الشتل.

٣ – التهوية الجيدة فى الزراعات المجمية.

٤ – عدم الإفراط فى الرى.

لفحة اسكليروشيم

المسبب

يسبب الفطر *Sclerotium rolfsii* (الطور الكامل *Pellicularia rolfsii*) مرض لفحة اسكليروشيم Sclerotium Blight. أو عفن الساق Stem Rot، أو اللفحة الجنوبية Southern Blight.

يصيب الفطر عددًا كبيرً من الخضروات الأخرى أيضًا، من أهمها: الفاصوليا، والبنجر، والصليبيات، والجزر، والقرعيات، والباذنجان، والخس، والبصل، والبسلة، والبطاطس، والبطاطا، والطماطم.

الأعراض

تذبل نباتات الفلفل المصابة فجأة، وتتحول إلى اللون الأصفر، ثم إلى اللون البنى (شكل ٥–٤، يوجد فى آخر الكتاب). يعيش الفطر فى التربة، ويصيب الساق والجذور فى منطقة التاج عند سطح التربة. تصبح الأجزاء المصابة طرية، ثم يظهر نمو كثيف من غزل الفطر تتخلله أجسام صغيرة بنية اللون هى الأجسام الحجرية للفطر، والتى تعيش فى التربة لسنوات عديدة (شكل ٥–٥، يوجد فى آخر الكتاب).

المكافحة

يكافح مرض لفحة اسكليروسيم بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية طويلة تدخل فيها المحاصيل التى لا تصاب بالفطر، مثل الحبوب الصغيرة، والذرة، والقطن.

٢ – أفاد تعقيم الحقول بالإشعاع الشمسى Solarization لمدة ٩٨ يومًا قبل زراعة الفلفل فى ولاية ألاباما الأمريكية فى رفع حرارة التربة إلى ٤٩°م – أو أعلى من ذلك – لمدة ٤١ يومًا من فترة التعقيم، بمتوسط فرق فى درجة الحرارة قدره ١٤°م بين التربة المغطاة بالبلاستيك الشفاف والتربة المكشوفة. وقد أدى ذلك إلى التخلص التام من جميع الأجسام الحجرية لفطر *Sclerotium rolfsii* – المسبب لمرض اللفحة الجنوبية – فى السنتيمترات العشرة العلوية من التربة، وخفض نسبة الإصابة بالمرض بنسبة ٩٥٪ (Stevens وآخرون ١٩٩٨). كذلك أكدت دراسات أخرى أجريت فى ولاية نورث كارولينا على أهمية عملية بسترة التربة بالإشعاع الشمسى لمدة ٦ أسابيع قبل الزراعة فى توفير حماية جيدة من الإصابة بالمرض (Ristaino وآخرون ١٩٩٦).

٣ – أفاد كذلك غمر التربة بالماء لمدة ٩ أيام فى خفض حيوية الأجسام الحجرية للفطر إلى ١٠٪ فقط من حيويتها الإبتدائية، وكان فقد الأجسام الحجرية لحيويتها مصاحبًا بتحلل بكتيرى فيها، وبفقد كامل لقدرتها على إصابة الفلفل؛ الأمر الذى ترتب عليه نقص فى شدة الإصابة بالمرض من ٤٣,٧٪ فى الأرض التى لم تغمر بالماء إلى ١٢,٣٪ فقط فى الأرض التى غمرت (Sariah & Tanaka ١٩٩٥).

٤ – إضافة نحو ١/٤ لتر من مبيد ترّاكلور، بتركيز ٠,٥٪ لكل شتلة عند الزراعة (Wells & Winstead ١٩٥٨)، أو استعمال أى من المبيدات الفطرية الأخرى المناسبة.

٥ – أفاد استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة – فى ولاية ألاباما الأمريكية – فى مكافحة الفطر *Sclerotium rolfsii* المسبب لمرض اللفحة الجنوبية فى الفلفل. ويعد هذا الاستخدام للأغطية البلاستيكية للتربة بديلاً لمعاملة التربة بالمبيدات الفطرية الأكثر تكلفة (Brown وآخرون ١٩٨٩).

٦ – أمكن مكافحة الفطر *C. rolfsii* مسبب مرض اللفحة الجنوبية فى الفلفل بالمعاملة بكل من *Glomus macrocarpum*، و *Trichoderma harzianum* معًا (Sreenivasa ١٩٩٤).

لفحة فيتوفثورا

المسبب

يسبب الفطر *Phytophthora capsici* مرض لفحة فيتوفثورا *Phytophthora Blight*، وهو يصيب إلى جانب الفلفل كلا من الطماطم، والباذنجان، والخيار، والبطيخ، والكنتالوب، والكوسة، والقرع العسلى.

الأعراض

يصيب الفطر جميع أجزاء النبات محدثًا عفنًا طريًا فى البادرات، وعفنًا بجذور النباتات البالغة، وتقرحات فى السيقان (شكل ٥-٦، يوجد فى آخر الكتاب)، ولفحة بالأوراق، وعفنًا بالثمار. تكون المناطق المصابة من الثمار مائية المظهر فى البداية (شكل ٥-٧، يوجد فى آخر الكتاب)، ثم لا تلبث أن تجف وتحاط غالبًا بنمو زغبى من غزل الفطر وحوامله الجرثومية الاسبورانجية. يفقد النسيج المصاب من الثمرة لونه، ويصبح غائرًا قليلاً، مما يجعل مظهر الإصابة شبيهًا بأعراض لفحة الشمس، ويوجد - عادة - حدًا واضحًا بين النسيج المصاب والسليم.

وفى تونس .. يصاب الفلفل بلفحة أخرى يسببها الفطر *Phytophthora parasitica* var. *parasitica*، وهى لفحة تتشابه فى أعراضها مع تلك التى يسببها الفطر *P. capsici*.

يظهر فى تاج وجذور النباتات المصابة تلون بنى واضح يتعمق فى نسيج القشرة، ويمكن أن يمتد هذا التلون أعلى الساق، ولكنه لا يتجاوز أبدًا موضع أول التفرعات. ولاتظهر أية أعراض على أوراق وثمار النباتات المصابة، ولكن الأوراق تذبل فجأة - دون سابق اصفرار - بمجرد وصول الإصابة إلى الأسطوانة الوعائية، وتبقى الأوراق الذابلة والثمار - التى تكتسب لونًا محمرًا - عالقة بالنبات (Allagui & Telo-Marquina ١٩٦٦).

الظروف المناسبة للإصابة

ينتشر الفطر فى الحقل بأربع وسائل، كما يلى:

١ - الانتقال من جذر إلى جذر فى الخط الواحد، إما بواسطة النمو الجذرى إلى

حيث يوجد الفطر، وإما عن طريق حركة الفطر إلى الجذور، أو تلامس الجذور مع بعضها البعض.

٢ – الانتشار مع حركة الماء السطحى عند الرى بالغمر.

٣ – انتشار الفطر من التربة إلى الأوراق، والسيقان، والثمار مع رذاذ المطر أو مياه الرى بالرش.

٤ – الانتشار بواسطة الهواء من البقع المتجرثمة في الأوراق، والسيقان، والثمار.

وتزداد أعراض اللفحة (إصابات النمو الخضرى والثمار) فى ظروف الأمطار الغزيرة، وعند الرى بالرش، بينما قد لا تظهر أعراض اللفحة فى المناطق الجافة وشبه الجافة التى يكون الرى فيها بطريقة التنقيط، والتى تكون فيها إصابات الجذور وتاج البنات هى الأشد خطورة. وعمومًا فإن انتشار المرض يناسبه الجو الحار الرطب، وعند زيادة الرطوبة الأرضية.

وينتشر الفطر مع ماء الرى السطحى لمسافات كبيرة. وعلى الرغم من أن شدة الإصابة تنخفض تدريجيًا من مصدرها في الحقل حتى مسافة ٣٢ مترًا فى اتجاه تيار ماء الرى، إلا أن الرى المتكرر يؤدى إلى انتقال وانتشار الفطر من مصدره حتى مسافة ٧٠ مترًا فى اتجاه تيار الماء (Caf-Filho & Duniway ١٩٩٥ ب).

ويعتقد أن الإصابة تبدأ من الجراثيم البيضية oospores للفطر، ثم يتبع ذلك عدة دورات مرضية فى الحقل خلال موسم النمو بواسطة الجراثيم السابحة zoospores التى ينتجها الفطر بأعداد كبيرة، وتنتشر بواسطة ماء الرى، ورذاذ المطر، والهواء (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

المكافحة

تكافح لفحة فيتوفثورا بمراعاة مايلى:

١ – تحسين الصرف.

٢ – اتباع دورة زراعية طويلة.

٣ – بسترة التربة بالتشميس Solarization (Yucel ١٩٩٥).

٤ – العناية بتسوية التربة وتجنب الإنخفاضات التى يمكن أن تتجمع فيها الرطوبة.

٥ – الزراعة على خطوط مرتفعة (Hwang & Kim ١٩٩٥) لا يقل ارتفاعها عن ٢٣ سم، لتجنب تراكم الماء عند قاعدة النبات (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

٦ – زراعة الأصناف المقاومة، مثل Adra، و Emerald Isle، و Paladin. ويتميز الصنف الأخير بكونه على درجة عالية من المقاومة للمرض، فضلاً عن صفاته البستانية الجيدة، ولكن مقاومته هى لعفن التاج والجذور، بينما لا يمكنه مقاومة لفحة الأوراق، والساق، والثمار (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

٧ – يفيد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى العمل كحاجز أمام انتقال الفطر إلى الأجزاء الهوائية للنباتات، سواء أكان ذلك الانتقال عن طريق رذاذ الماء، أم بالهواء، ولكنه يزيد فى الوقت ذاته من انتشار الفطر – الذى قد يلوث البلاستيك سطحيًا – بواسطة رذاذ الماء.

٨ – أفاد – كذلك – استعمال غطاء من بقايا نباتات قمح من زراعة سابقة فى الحد من انتشار الفطر بين النباتات فى الحقل (Ristaino وآخرون ١٩٩٧)، كما حُصل على نتائج مماثلة باستعمال غطاء للتربة من القش (عن Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

٩ – عدم الإفراط فى الرى (Shin & Nobuo ١٩٩٣، و Rista وآخرون ١٩٩٥). وعندما يكون الرى بطريقة الغمر، يفضل أن يجرى كل ثانى خط، أى يكون الرى فى خطوط متبادلة مع خطوط أخرى لا تروى alternate rows تنمو فيها النباتات، ويصلها ماء الرى بالنشع من الخطوط المروية (Daniell & Falk ١٩٩٤).

ويستدل – كذلك – من دراسات Café-Filho & Duniway (١٩٩٥ أ) على أن شدة المرض تتناسب طرديًا مع معدل الرى بالغمر، حيث لم يؤثر الفطر على المحصول عند إجراء الرى كل ثلاثة أسابيع، بينما كان النقص فى المحصول معنويًا عند الرى كل أسبوع أو كل أسبوعين وبالمقارنة لم يكن للرطوبة الأرضية تأثيرًا يذكر على الإصابة بالمرض فى السلالات المقاومة، حيث لم تحدث أية إصابة – أو كانت الإصابة قليلة للغاية – فى جميع معاملات الرى

١٠ – تقل إصابة الجذور وتاج النبات بالمرض فى حالات الرى تحت السطحى

بالتنقيط حينما تكون المنقطات على عمق ١٥ سم من سطح التربة، وذلك مقارنة بالرى السطحى بالتنقيط أو بالغمر، كما تزداد الفائدة من الرى بالتنقيط – سواء أكان سطحيًا، أم تحت سطحى – بجعل المنقطات بعيدة قليلاً عن ساق النبات (Cafe-Filho & Duniway ١٩٩٦).

١١ – أدت إضافة مادة ناشرة غير متأينة noionic surfactant (مثل أكواجرو ٢٠٠٠ إل AquaGro 2000L) إلى مزرعة فلفل لا أرضية (مزرعة صوف صخرى) إلى التخلص الكامل من الجراثيم السابحة zoospores للفطر *P. capsici* ومكافحة المرض بصورة تامة، بينما أدى وجود نبات واحد مصاب فى المزرعة – مع عدم إضافة المادة الناشرة – إلى موت جميع النباتات فيها – أيًا كان عمرها – فى خلال أسبوعين من عدوى هذا النبات صناعيًا فى السويقة الجينية السفلى. تضاف المادة الناشرة بتركيز ٢٠ جم/م^{٣} من المحلول المغذى، وهى تشل حركة الجراثيم السابحة، التى تعد المسئول الأول عن انتشار الإصابة بالفطر (Stanghellini وآخرون ١٩٩٦). وقياسًا على هذه النتائج .. فإن إضافة المادة إلى مياه الرى بالتنقيط ربما تحقق الهدف ذاته فى زراعات الفلفل الحقلية.

١٢ – أفاد فى مكافحة المرض استعمال عديد من الإضافات للتربة، سواء أكانت فى صورة أسمدة عضوية متنوعة، أم مركبات طبيعية، مثل: الشيتوسان Chitosan، والهيوميت humate (حامض الهوميك)، ومخلفات القمامة، ومخلفات المجارى المخلوطة بالمخلفات النباتية، وقشور الخشب، وقد أدت معظم هذه الإضافات – وخاصة الأخيرتين منها – إلى إحداث زيادة كبيرة فى أعداد ونشاط كائنات التربة، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى شدة الإصابة بالمرض (Kim وآخرون ١٩٩٧).

١٣ – أفاد استعمال أملاح الفوسفيت phosphite فى المزارع المائية فى الحد من إصابة الفلفل بلفحة فيتوفثورا، ولكن النمو النباتى والمحصول انخفضا جوهريًا وظهرت على النباتات أعراض نقص الفوسفور، ولكن استعمال مزيج من ١ مللى مول فوسفات phosphate مع ٠,٣ مللى مول فوسفيت phosphite فى المحاليل المغذية أدى إلى تحسين النمو النباتى والمحصول، بينما كانت الإصابة بالفطر وسطًا بين المعاملة بالفوسفيت فقط (٠,١ أو ١,٠ مللى مول)، وبالفوسفات فقط (١ مللى مول) (Forster وآخرون ١٩٩٨).

١٤ – استعمال المبيدات:

يفيد الميتالاكسيل metalaxyl (مثل الريدوميل Ridomil) فى مكافحة لفحة فيتوفثورا (Hwang & Kim ١٩٩٥)، وخاصة إذا ما اقترنت المعاملة بالرى بطريقة الخطوط المتبادلة، أى الرى كل ثانى خط (Daniell & Falk ١٩٩٤). وقد أدت المعاملة بالميتالاكسيل فى مياه الرى إلى خفض معدل الإصابة بالمرض من حوالى ٧١٪ إلى حوالى ١٣٪ (Ristaino وآخرون ١٩٩٧).

كذلك أفاد استعمال كلا من الكوسيد ٦٠٦ Kocide 606 (أيدروكسيد النحاس) منفردًا، أو الردوميل ٢ إى Ridomil 2E مع Copper 70w رشًا على النموات الخضرية كل ٧–١٤ يومًا (Bracy وآخرون ١٩٩٦).

هذا إلا أنه يبدو أن الفطر *P. capsici* فى طريقه إلى تطوير سلالات تتحمل الميتالاكسيل، حيث ظهر فى ولايتى نورث كارولينا ونيو جيرسى الأمريكيتين عديدًا من الحالات التى لم يتأثر فيها الفطر لا بالميتالاكسيل (الريدوميل)، ولا ببديله المفينوكسان mefenoxan (الريدوميل جولد Ridomil Gold) (Parra & Ristaino ١٩٩٨)، ولذا .. فإن تبادل استعمال المبيدات، أو استعمال خليط منها يعد أمرًا ضروريًا لتوفير حماية جيدة من الإصابة والحد من ظهور السلالات المقاومة للمبيدات (Ristaino & Johnston ١٩٩٩).

البياض الدقيقى

المسبب

يسبب الفطر *Leveillula taurica* مرض البياض الدقيقى Powdery Mildew فى الفلفل، وهو الفطر الوحيد الذى يتطفل داخليًا من بين جميع فطريات البياض الدقيقى، ويصيب أيضا كل من الطماطم والباذنجان.

الأعراض

تتميز الإصابة بظهور بقع صفراء على السطح العلوى للورقة (شكلا ٥–٨، و ٥–٩، يوجدا فى آخر الكتاب) تقابلها – على السطح السفلى – نموات مسحوقية بيضاء اللون، وبقع صغيرة متحللة (شكل ٥–١٠، يوجد فى آخر الكتاب).

نجد فى حالات الإصابات الشديدة أن النموات المسحوقية البيضاء تعم معظم سطح الورقة، وتموت الأنسجة وتتحول إلى اللون البنى. كذلك تصاب أعناق الأوراق، مما يؤدى إلى سقوط الأوراق، كما تصاب السيقان الحديثة. وتظهر الأجسام الثمرية السوداء للفطر بين نمواته البيضاء فى الأجزاء المصابة فى نهاية موسم النمو.

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب انتشار المرض درجة حرارة تتراوح بين ١٨ و ٢٤°م، ورطوبة نسبية أعلى من ٧٠٪.

وينتشر المرض بواسطة الجراثيم الكونيدية للفطر بواسطة الهواء. وفى نهاية الموسم يكوّن الفطر الأجسام الثمرية التى تحتوى على الأكياس الأسكية التى توجد بداخلها الجراثيم الأسكية.

المكافحة

يكافح البياض الدقيقى بالوسائل التالية:

استعمال بدائل المبيدات

من أهم بدائل المبيدات المستعملة فى مكافحة البياض الدقيقى، ما يلى:

١ – الرش بالكبريت القابل للبلل.

٢ – الرش بالبلانت جارد مع هيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم٣) من كل منهما. يبدأ الرش عن بداية عقد الثمار، ويكرر شهريًّا بعد ذلك.

٣ – قللت المعاملة بأى من بيكربونات البوتاسيوم، أو بيكروبونات الصوديوم بتركيز ٠,٥٪ من شدة الإصابة بالفطر *L. taurica* فى الفلفل، وكانت تلك المعاملة أفضل فى مكافحة المرض عن المعاملة بأى من البنكانازول pencanazole، أو الزيوت البتانية، أو المواد الناشرة (Ziv وآخرون ١٩٩٤، و Fallik وآخرون ١٩٩٧).

٤ – أعطى الرش بفوسفات أحادى البوتاسيوم mono-potassium phosphate (KH_2PO_4) بتركيز ١٪ (وزن/حجم) مكافحة جيدة – موضعية وجهازية – ضد الإصابة بالفطر *L. taurica*، وكانت كفاءة المعاملة فى مكافحة الفطر مماثلة لكفاءة أحد المبيدات

الجهازية المثبطة للاستيرول، كما لم يكن لها أى تأثيرات سلبية على النمو النباتى للفلفل (Reuveni & Reuveni ١٩٩٨).

المكافحة بالمبيدات

يكافح البياض الدقيقى باستعمال الروبيجان ١٢٪ مستحلب بمعدل ٢٥ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء، ويكرر الرش كل ١٤ يومًا.

ومن المبيدات الأخرى التى تفيد فى مكافحة المرض الداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪، والمانكوبر بتركيز ٠,١٥٪، والتراى ملتوكس فورت بتركيز ٠,٢٥٪ ترش بالتبادل كل ١٠–١٤ يومًا حسب الظروف الجوية من حرارة ورطوبة.

ويفيد فى مكافحة المرض الرش بالمبيد اسكور بمعدل ٣٠–٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

كما يفيد – كذلك – فى مكافحة المرض كلا من الدياثين م ٤٥ بمعدل ٠,٢٥٪، والبايليتون، والميلكورب سوبر.

البياض الزغبى

المسبب

يسبب مرض البياض الزغبى الفطر *Perpnospora tabacini*.

الأعراض

تظهر على السطح العلوى للأوراق بقع صفراء باهتة، يقابلها على السطح السفلى نمو زغبى أبيض اللون من حوامل الفطر الاسبورانجية التى تبرز من الثغور ومع استمرار الإصابة يتحول لون البقع إلى البنى، وتموت الأنسجة المصابة.

الظروف المناسبة للإصابة

يلائم انتشار الإصابة حرارة منخفضة إلى معتدلة تتراوح بين ١٨، و ٢٥°م، ورطوبة نسبية عالية لا تقل عن ٨٠٪.

المكافحة

يكافح البياض الزغبى بمراعاة مايلى:

١ – التهوية الجيدة فى الزراعات المحمية.

٢ – تجنب الرى الغزير الذى يؤدى إلى زيادة الرطوبة النسبية.

٣ – الرش بالريدوميل مانكوزيب بتركيز ٠,٢٥٪، والتراى ملتوكس فورت بتركيز ٠,٢٥٪ – بالتبادل – كل ١٠ أيام.

لفحة ألترناريا

المسببات

إن أهم الفطريات التى تسبب لفحة ألترناريا Alternaria Blight فى الفلفل، هى:

Alternaria solani *A. tenius*

A. alternata

الأعراض

يصيب الفطر أوراق النبات، ويحدث بها بقعًا صفراء اللون تتحول تدريجيًا إلى اللون البنى، وتظهر بها دوائر تحيط ببعضها البعض، ثم تصفر الأوراق وتسقط. ولكن تظهر الأعراض المميزة للمرض على الثمار على شكل عفن يطلق عليه اسم Alternaria rot.

تصاب الثمار بالفطر من خلال الجروح والأنسجة الضعيفة التى تسببها إصابة الثمار بلفحة الشمس، أو بتعفن الطرف الزهرى. وتزداد الإصابة خاصة فى الثمار التى اقتربت من النضج، وتبدأ على شكل بقع بنية اللون، يزداد اتساعها تدريجيًا حتى تعم جزءًا كبيرًا من جانب الثمرة، أو طرفها الزهرى. وتغطى هذه البقع فى الجو الرطب بنمو فطرى زغبى أبيض اللون يتحول إلى اللون الرمادى، وتكون الأنسجة المصابة طرية. أما فى الجو الجاف .. فتكون الأنسجة المصابة جافة نسبيًا، وتشاهد حلقات دائرية تحيط بمركز البقعة (شكل ٥–١١، يوجد فى آخر الكتاب).

الظروف المناسبة للإصابة

تناسب الإصابة بالمرض حرارة تتراوح بين ٢٥، و ٣٥°م، ورطوبة نسبية لا تقل عن ٧٥٪.

المكافحة

يعد برنامج الوقاية من البياض الدقيقى كافيًا للوقاية من المرض، ومن أهم وسائل مكافحة المرض، مايلى:

١ – معاملة البذور بالنقع فى محلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ٢,٥٪، ثم بمسحوق الكابتان (Fiume ١٩٩٤).

٢ – الرش بالدياثين م ٤٥ بتركيز ٠.٢٥٪، أو بالداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪، أو بالمانكوبر بتركيز ٠,١٥٪ كل أسبوعين بالتبادل.

٣ – وكما فى حالة البياض الدقيقى . فقد أفادت المعاملة بأى من بيكربونات البوتاسيوم، أو بيكربونات الصوديوم فى مكافحة الفطر *Alternaria alternata* فى ثمار الفلفل بعد الحصاد (Ziv وآخرون ١٩٩٤).

العفن الرمادى

المسبب

يسبب الفطر *Botrytis cinerea* مرض العفن الرمادى.

الأعراض

إن أبرز أعراض الإصابة بالمرض التدهور السريع للأنسجة الغضة، مثل الأوراق، والسيقان، والأزهار (شكل ٥–١٢، يوجد فى آخر الكتاب). تزداد البقع المصابة فى مساحتها بسرعة وتصبح مائية المظهر وغير منتظمة الشكل، وتظهر جراثيم الفطر المسحوقية الرمادية اللون على سطح النسيج المصاب. وتبدأ إصابات الثمار على صورة بقع طرية ذات لون أخضر زيتونى لا تلبث أن تزداد فى المساحة وتمتد فى كل نسيج الثمرة خلال فترة وجيزة (شكل ٥–١٣، يوجد فى آخر الكتاب).

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب انتشار الإصابة الرطوبة النسبية العالية، وكثرة الأمطار. كما تؤدى أضرار البرودة إلى زيادة قابلية الثمار المخزنة للإصابة بالفطر (Black وآخرون ١٩٩١).

المكافحة

يكافح المرض باستعمال المبيدات المناسبة، مثل المبيد سوتش Switch بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

عفن الأوراق

المسبب

يسبب الفطر *Cladosporium flavum* مرض عفن الأوراق leaf mold في الفلفل.

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة على جميع الأجزاء الهوائية للنبات، ولكن إصابات الثمار تكون نادرة. وتكون بداية الإصابة على شكل بقع خضراء فاتحة أو صفراء اللون على السطح العلوى. لا تكون هذه البقع محددة الحافة، ويقابلها على السطح السفلى للأوراق عفن رمادى، أو زيتونى، أو بنفسجى قطيفى الملمس. تنتشر الإصابة من الأوراق إلى جميع الأجزاء الأخرى للنبات، بما فى ذلك الساق، والفروع، والأزهار، وأعناق الثمار التى تظهر عليها بقع مماثلة. أما إصابات الثمار فإنها تكون إمتدادت من إصابات عنق الثمرة، وتكون على صورة بقع جلدية سوداء اللون.

الظروف المناسبة للإصابة

يلائم انتشار المرض حرارة تتراوح بين ١٨، و ٢٦°م، مع رطوبة نسبية لا تقل عن ٨٥٪.

وتنتقل جراثيم الفطر بواسطة الهواء، ورذاذ الماء، والأدوات الزراعية الملوثة؛ وأثناء تحرك العاملين.

ويبقى الفطر من موسم لآخر فى التربة على صورة أجسام حجرية يكونها فى بقايا النباتات المصابة.

المكافحة

يكافح فطر الكلادوسبوريم المسبب لمرض عفن الأوراق – فى الفلفل – بمراعاة مايلى:

١ – تعقيم التربة.

٢ – استعمال شتلات سليمة فى الزراعة، مع رشها قبل الشتل بأسبوع بالترای میلتوکس فورت بترکیز ٠,٢٥٪.

٣ – عدم الإفراط فى الرى.

٤ – رش النباتات بأحد المبيدات المناسبة، مثل الترای میلتوکس فورت بترکیز ٠,٢٥٪، والداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪، والمانكوبر بتركيز ٠,١٥٪، والدياثين م ٤٥ بتركيز ٠,٢٥٪ – بالتبادل – كل أسبوعين.

الأنثراكنوز

المسببات

يصيب ستة من فطريات الأنثراكنوز Anthracnose أنسجة مختلفة من نباتات الفلفل، وهذه الفطريات هى:

Colletotrichum gloeosporoides (= *Glomerella cingulata*).

C. dematium.

C. coccodes.

C. acutatum.

C. capsici.

C. piperatum.

ولبعض هذه الفطريات – مثل *C. coccodes* – مدى واسعًا من العوائل لا يقل عن ٥٨ عائلاً موزعة فى ١٧ عائلة، وخاصة البقولية، والباذنجانية، والقرعية (عن Hong & Hwang ١٩٩٨).

الأعراض

من بين الفطريات المسببة للإنثراكنوز فإن الفطر *C. gloeosporoides* يصيب الثمار فى جميع مراحل تكوينها، ولكنه لايصيب أوراق أو سيقان النبات.

أما *C. coccodes* فإن يمكن أن يصيب البذور، والبادرات، والأوراق، والسيقان، والثمار الخضراء أحيانًا، ولكنه لا يصيب الثمار الحمراء، كما تقل قدرته على إصابة النباتات المتقدمة فى العمر.

وتكون بداية أعراض الإصابة على أوراق بادرات الفلفل على صورة نقط بنية فاتحة اللون، تصبح غائرة قليلاً، وتزداد تدريجيًّا فى الحجم، وتلتحم معًا، لتكون بقع أكبر مساحة وغير منتظمة الشكل فى صورة لفحة.

تظهر على الثمار المصابة بقع صغيرة باهتة اللون، تتسع تدريجيًّا وتتحول إلى اللون البنى القاتم. وتظهر على الأوراق بقع صفراء باهتة تكبر وتلتحم معًا وتتحول إلى اللون الأسود، وتسقط الأنسجة الميتة منها؛ فتبدو على شكل ثقوب. وتكون إصابات الساق على شكل بقع مستطيلة ذات حافة سوداء، ثم تجف أنسجة الساق المصابة.

ولا يصيب الفطر إلا الثمار الخضراء فقط . وعلى الرغم من أن الجراثيم الكونيدية للفطر تنبت وتكوّن ممصات وترسل هيفاتها infection hyphae فى بشرة كل من الثمار الخضراء والحمراء على حد سواء فى خلال ٢٤ ساعة من العدوى بالفطر، إلا أن الفطر لا يستمر فى غزوه واستعماره للأنسجة إلا فى الثمار الخضراء فقط، حيث تظهر بداية أعراض الإصابة عليها بعد حوالى ٢٤ ساعة أخرى، بينما تظهر البقع الغائرة المميزة للإصابة فى خلال ٥ أيام من بداية العدوى (Oh وآخرون ١٩٩٨).

وقد تكونت البقع المتحللة الغائرة بعد العدوى بالفطر فى الثمار الخضراء، سواء أجرحت قبل العدوى، أم لم تجرح، بينما تكونت تلك البقع فى الثمار الحمراء عندما أجريت العدوى بالفطر بعد جرحها فقط . وقد عزى ذلك إلى وجود اختلافات فيزيائية وكيميائية بين الثمار الخضراء والحمراء فى طبقات أديم الثمرة (Kim وآخرون ١٩٩٩).

ومن أهم ما يميز إصابات الثمار – التى قد تظهر فى الحقل أو بعد الحصاد – تكوّن بقع مائية المظهر، تلتحم معًا وقد يصل امتدادها لنحو ٣-٤ سم. تكون هذه البقع غائرة، ويتراوح لونها بين الأحمر القاتم والرصاصى الفاتح، وتظهر فيها – فى الجو الرطب – جراثيم الفطر الوردية اللون على صورة حلقات مركزية (شكل ٥-١٤، يوجد فى آخر الكتاب).

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب انتشار المرض حرارة تتراوح بين ٢٠، و ٣٠°م، ورطوبة نسبية لا تقل عن ٩٠٪.

وتزداد شدة الإصابة بالفطر عند تواجد الماء الحر – كالندى، والمطر، ومياه الرى بالرش – على سطح الأوراق. وتزداد شدة الإصابة بزيادة فترة بقاء الماء الحر على الأسطح النباتية (Hong & Hwang ١٩٩٨).

يعيش الفطر على بقايا النباتات المتحللة فى التربة، وينتقل عن طريق البذور.

المكافحة

يكافح الأنثراكنوز بمراعاة مايلى:

١ – اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢ – تعقيم التربة

٣ – معاملة البذور بالمطهرات الفطرية.

٤ – رش الشتلات قبل الشتل بنحو أسبوع بالتراى ميلتوكس فورت بتركيز ٠,٢٥٪، أو بالبنليت بتركيز ٠,١٪.

٥ – رش النباتات بالداكونيل بتركيز ٠,٢٥٪، أو بالروفرال بتركيز ٠,٠٩٪، أو بالمانكوبر بتركيز ٠,١٥٪، أو بالدياثين م٢٢، أو بالدياثين ز٧٨ بتركيز ٠,٢٥٪ – بالتبادل – كل ١٠–١٥ يومًا.

٦ – أدت معاملة نباتات الفلفل بالمركب DL-β-amino-butyric acid (اختصارًا: βABA) بتركيز ١٠٠٠ ميكروجرام/مل إلى حمايتها بصورة شبه كاملة من الإصابة بالفطر *C. coccodes* مسبب مرض الأنثراكنوز، سواء أكانت المعاملة عن طريق التربة، أم رشًا على الأوراق. وعندما أجريت المعاملة عن طريق التربة لزم مرور خمسة أيام قبل اكتساب النباتات للمقاومة ضد الفطر، واستمرت مقاومة النباتات لمدة ١٥ يومًا. أما عندما عوملت النباتات بالمركب عن طريق رش الأوراق السفلى فإن ذلك أدى إلى حماية الأوراق الأعلى منها من الإصابة بالفطر، مما يدل على أن المعاملة أدت إلى إكساب النباتات مقاومة جهازية ضد الفطر (Hong وآخرون ١٩٩٩).

٧ – تمت مكافحة الأنثراكنوز الذى يسببه الفطر *C. capsici* على ثمار ونباتات الفلفل – بشكل جيد – بمعاملة النباتات عند عمر ١٠٥ أيام من زراعة البذور بالخميرة *Saccharomyces cerevisiae*، ثم عند عمر ١٢٠ يومًا بالبكتيريا *Bacillus subtilis*. كذلك كان لكل من الفطر *Trichoderma viride*، والبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* تأثيرات مثبطة على الفطر المسبب للمرض (Jeyalakshmi وآخرون ١٩٩٨).

تبقع الأوراق السركسبورى

المسبب

يسبب الفطر *Cercospora capsici* مرض تبقع الأوراق السركسبورى Cercospora Leaf Spot.

الأعراض

إن أهم أعراض الإصابة ظهور بقع دائرية أو بيضاوية – لايتعدى قطرها ١٠ مم – على أوراق (شكل ٥–١٥، يوجد فى آخر الكتاب) وسيقان النبات. وتتميز هذه البقع غالبًا بأن مركزها ذو لون رمادى فاتح، وحافتها بنية قائمة، وتؤدى الإصابة الشديدة إلى اصفرار الأوراق، وسقوطها. وقد تظهر بقع بيضية الشكل على ساق النبات، وعلى أعناق الأوراق والثمار.

الظروف المناسبة للإصابة

يُحمل الفطر على البذور، كما يعيش على بقايا النباتات فى التربة، وتبدأ الإصابة غالبًا فى المشاتل، وتنتشر بسرعة فى الجو الحار الرطب.

المكافحة

يكافح المرض باستعمال بذور خالية من الفطر المسبب للمرض، أو معاملتها بالمطهرات الفطرية، وتجنب زراعة شتلات مصابة، مع الرش الوقائى بالزينب ٦٥٪ (دياثين ز٧٨)، أو الكابتان ٥٠٪ (أورثوسيد ٥٠ دبليو)، أو المانيب ٧٠٪ (دياثين م٢٢) بتركيز ٠,٢٥٪ لأى منها. ويبدأ الرش عند ظهور الإصابة، ويستمر كل ٧–١٠ أيام بعد ذلك.

لفحة كوانيفورا

تظهر لفحة كوانيفورا Choanephora Blight عند الإصابة بالفطر *Coanephora cucurbitarum*.

ترتبط بداية الأعراض دائمًا بالأزهار، والبراعم الزهرية، والقمم النامية للنبات. يتحول لون النسيج المصاب إلى البنى أو الأسود، ثم تمتد الإصابة سريعًا بعدما تؤدى إلى موت الأجزاء العليا من النبات. وعندما يكوّن الفطر جراثيمه فى الأنسجة المصابة فإنها تبدو فضية إلى رمادية اللون.

تشتد الإصابة فى المواسم المطرة وفى الجو الحار.

ويكافح المرض بالرش الوقائى بالمبيدات الفطرية المناسبة.

التبقع البكتيرى

المسبب

تعرف البكتيريا المسببة لمرض التبقع البكتيرى Bacterial Spot – فى كل من الفلفل والطماطم – بالإسم *Xanthomonas vesicatoria*، وكانت حتى وقت قريب تعرف بالاسم *Xanthomonas campestris* var. *vesicatoria*، وقد وجد أنها تتكون من مجموعتين مختلفتين وراثيًا ومورفولوجيًا (Jones وآخرون ١٩٩٨).

ويعرف ما لا يقل عن سبع سلالات من البكتيريا المسببة للمرض، وكانت قد اكتشفت فى ولاية أوهايو الأمريكية سلالة جديدة أعطيت الرقم ٦ كانت قادرة على إصابة مصادر المقاومة المعروفة للمرض (Sahin & Miller ١٩٩٥)؛ وبذا .. فإنه تعرف ٧ سلالات من البكتيريا تأخذ الأرقام من صفر إلى ٦، وأكثرها انتشارًا السلالات ١، و ٢، و ٣.

الأعراض

تظهر البقع على السطح السفلى للورقة أولاً، وتكون صغيرة ومائية المظهر، وتكبر فى المساحة تدريجيًا إلى أن يصل قطرها إلى ٦ مم، ويصبح لونها رماديًا ضاربًا إلى الأرجوانى، ومركزها أسود اللون، وقد تُحاط بهالة ضيقة. تكون البقع مرتفعة قليلاً على

السطح السفلى للورقة، وغائرة قليلاً على سطحها العلوى. وتؤدى الإصابة الشديدة إلى تشوه الأوراق فتصبح مجعدة، وذات حافة متموجة (شكل ٥-١٦، يوجد فى آخر الكتاب)، ثم تسقط؛ مما يعرض الثمار للإصابة بلفحة الشمس. تبدأ إصابات الثمار على صورة مناطق مائية المظهر، ثم تصبح مرتفعة قليلاً وتأخذ شكل الجرب (شكل ٥-١٧، يوجد فى آخر الكتاب). وقد تظهر على ساق النبات بقع متحللة عل شكل تخطيط.

الظروف المناسبة للإصابة

تنتقل البكتيريا عن طريق البذور، وتعتبر البذور والشتلات المصابة المصدر الأول للمرض. ويمكن للبكتيريا أن تعيش على بقايا النباتات المصابة فى التربة لمدة سنة. وتنتشر البكتيريا من نبات لآخر مع رذاذ المطر أو ماء الرى بالرش، وتزداد الإصابة فى الجو الحار الرطب، وعند هبوب رياح قوية (Bernar & Berger ١٩٩٦).

وتتوقف سرعة انتشار المرض على عدد الإصابات الأولية بالبكتيريا، وعلى سرعة ظهور مواقع جديدة يمكن أن تنتشر منها الإصابة؛ الأمر الذى يتوقف - بدوره - على نسبة الإصابة فى الشتلات المستعملة فى الزراعة، وعلى توفر العوامل التى تعمل على سرعة انتشار الإصابة، مثل رذاذ الأمطار، ومياه الرى بالرش (Carmo وآخرون ١٩٩٦).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة مايلى:

١ - زراعة بذور خالية من البكتيريا.

٢ - تفيد معاملة البذور بالماء الساخن على حرارة ٥٠°م لمدة ٢٥ دقيقة.

٣ - استعمال شتلات خالية من الإصابة.

٤ - رش المشاتل بمضادات الحيوية، مثل: الأجريمسين Agrymycin، والفيتوميسين Phytomycin (ويحتوى كلاهما على الإستربتومايسين Streptomycin + نحاس) كل ٧-١٠ أيام، مع رش النباتات فى الحقل بمخلوط بوردو.

٥ - رش الزراعات الحقلية بالمركبات النحاسية منفردة، أو مع غيرها من المبيدات الفطرية، مثل:

أ – الرش بالمركبات النحاسية والمانيب معًا (Kousik وآخرون ١٩٩٤).

ب – الرش بأيدروكسيد البوتاسيوم مع المانكوزيب (Bernar & Berger ١٩٩٦)، مع تكرار الرش كل ٥–١٠ أيام.

جـ – الرش بالمركبات النحاسية مع المانيب (Pernezny & Collins ١٩٩٧).

د – أمكن مكافحة البكتيريا بصورة جيدة بالرش بأيدروكسيد النحاس إما فى صورة كوسيد ٢٠٠٠ Kocide 2000، وإما فى صورة مانكوسيد Mankocide (Campbell وآخرون ١٩٩٧).

٦ – رش الزراعات الحقلية بالاستربتوسيكلين Streptocycline بمعدل ميكروجرام/مل (سم٣) مع مخلوط بوردو (٥ : ٥ : ٥٠) كل ٧ أيام (Jindal وآخرون ١٩٩٥).

٧ – زراعة الأصناف المقاومة:

تُعرف سبع سلالات من البكتيريا تأخذ الأرقام من صفر إلى ٦، وأكثرها تواجدًا السلالات ١، و ٢، و ٣. وتتوفر المقاومة بفرط الحساسية hypersensitivity فى الفلفل ضد السلالات صفر، و ١، و ٢، و ٣، ويتحكم فيها الجين Bs2. وتصاب النباتات التى لا تحمل هذا الجين – بسهولة – بالسلالات ٤، و ٥، و ٦ (Kousik & Ritchie ١٩٩٦). وبالمقارنة .. فإن الأصناف التى تحمل الجين Bs1 منفردًا – أو مع Bs3 – كانت شديدة القابلية للإصابة، كما وجد اختلافات معنوية بين الأصناف الحاملة للجين Bs2 فى مقاومتها للبكتيريا. وعلى الرغم من أن هذا الجين يوفر للنباتات حماية جيدة ضد المرض إلا أن تلك الحماية لم تكن كاملة إلا فى أصناف قليلة فقط (Rowell وآخرون ١٩٩٩).

وقد ظهرت السلالة رقم ٦ فى فلوريدا بصورة وبائية، حيث أصابت الأصناف الحاملة للجين Bs2، وكانت نسبة عزلات البكتيريا التى صُنِّفت على أنها من تلك السلالة ٧٣,٤٪ (Pernezny وآخرون ١٩٩٩). وكانت المقاومة للسلالة رقم ٦ من البكتيريا قد اكتشفت فى سلالة الفلفل P.I. 235047 (Sahin & Miller ١٩٩٨).

ومن جانب آخر، ذكر وجود ١٥ سلالة من البكتيريا أعطيت رموزًا مختلفة عن تلك

المبينة أعلاه (هى: T1، و T2، و POT1، و POT2، و P1T1، و P1T2، و P2T1، و P2T2، و P3T1، و P3T2، و P4T2، P5T2، و P5T3، و P6T2، و P6T3)، وكانت البقع التى تُحدثها السلالات القادرة على التغلب على مقاومة الجين Bs2 أصغر من تلك التى تحدثها السلالات غير القادرة على إصابة النباتات الحاملة للجين Bs2 عند إصابتها للنباتات غير الحاملة له (١٩٩٨).

وقد وُجدَ أن زراعة خليط من السلالات الصنفية المتشابهة وراثيًا – وإن كانت تختلف فى جينات المقاومة التى تحملها ضد البكتيريا – يفيد كثيرًا فى الحد من الإصابة بالمرض (Kousik وآخرون ١٩٩٦ أ).

الذبول البكتيرى

يسبب المرض البكتيريا *Ralstonia solanacearum*.

تظهر أعراض الإصابة على النباتات الكبيرة على صورة ذبول فى الأوراق السفلى، ولكن الذبول يظهر فى النباتات الصغيرة على الأوراق العليا أولاً. وفى خلال أيام قليلة من بداية ظهور الإصابة يحدث ذبول مفاجئ ودائم على جميع أوراق النبات، دون أن يظهر عليها اصفرار، أو قد يظهر اصفرار بسيط. هذا وتتكون الأنسجة الوعائية فى الجذور والجزء السفلى من ساق النبات (شكل ٥-١٨، يوجد فى آخر الكتاب)، ويخرج منها – عند قطفها عرضيًا ووضعها فى الماء – إفرازات بيضاء اللون من البكتيريا المسببة للمرض.

العفن الطرى البكتيرى

المسبب

يحدث مرض العفن الطرى البكتيرى bacterial soft rot فى الفلفل عند الإصابة بالبكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. كما وجد Stommel وآخرون (١٩٩٦) أن المرض تحدثه – كذلك – البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*، والبكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *chrysanthemi*.

كذلك وجد أن البكتيريا *E. carotovara* subsp. *carotovora* تحدث عفنًا طريًا أسود

اللون فى عقد ساق نبات الفلفل، وهو المرض الذى أعطى الاسم عفن العقد الطرى البكتيرى bacterial node soft rot (Tung وآخرون ١٩٩٨).

الأعراض

تبدأ الإصابة بالمرض – غالبًا – عند طرف الثمرة المتصل بالعنق، ولكنها قد تبدأ من أى موقع آخر يكون مجروحًا. تنتشر الإصابة سريعًا فى الأنسجة الداخلية للثمرة، لتصبح مائية ومهترئة فى خلال أيام قليلة (شكل ٥–١٩، يوجد فى آخر الكتاب) وإذا حدثت الإصابة قبل الحصاد، فإن الثمار تنهار وتبقى معلقة على النبات كما لو كانت كرة ممتلئة بالماء، وعندما تتسرب محتوياتها المائية، فإن الثمرة يتبقى منها الجدر الجافة فقط (شكل ٥–٢٠، يوجد فى آخر الكتاب). هذا إلا أن المرض لا يكون خطيرًا إلا بعد الحصاد.

الظروف المناسبة للإصابة

يزداد انتشار المرض فى المواسم المطرة، وعند الرى بالرش، لأن رذاذ الماء المتناثر ينقل معه البكتيريا من التربة إلى الثمار.

وبينما تشتد الإصابة بكل من تحت النوعين *carotovora*، و *chrysanthemi* فى حرارة ٢٣°م، فإن معظم الإصابات بالمرض يكون مردها إلى تحت النوع *atroseptica* فى حرارة ١٠°م (Stommel وآخرون ١٩٩٦)

المكافحة

يمكن الحد من أخطار الإصابة بعد الحصاد، بمراعاة ما يلى:

١ – إجراء الحصاد بعد زوال الندى، لكى تكون الثمار جافة.

٢ – تجنب تجريح الثمرة أو خدشها أثناء عمليات التداول.

٣ – التخزين فى حرارة منخفضة.

٤ – إذا غسلت الثمار فإن ذلك قد يزيد من إصابتها بالمرض، ولكن ذلك يمكن تجنبه بإضافة الكلور إلى ماء الغسيل.

٥ – أفادت ١١ عزلة من الخمائر، و ١٠ عزلات من الزيدمونات الفلورية fluorescent pseudomonads فى مقاومة البكتيريا *E. carotovora* subsp. *carotovora* فى الفلفل، وكانت أكثرها فاعلية العزلة L-D-4 من الخميرة *Rhodotorula* sp.، والعزلة P-5 من البكتيريا *Pseudomonas marginalis*، حيث أعطتا مكافحة بنسبة ٩٨,٢٪، و ٨٧,٣٪ على التوالى (Melo وآخرون ١٩٩٥).

٦ – أدى تشريب ثمار الفلفل بكلوريد الكالسيوم بتركيز ٠,٥٪ أو ١,٠٪ – تحت تفريغ – إلى زيادة مقاومة الثمار للإصابة بالبكتيريا *E. carotovora* subsp. *carotovora* بنسبة حوالى ٤٠٪ (Melo وآخرون ١٩٩٥)؛ مما يدل على أهمية التغذية بالكالسيوم فى هذا الشأن.

الفيروسات التى تصيب الفلفل

يصاب الفلفل بما لايقل عن ٣٠ فيروسًا، نذكر منها ما يلى (عن Green ١٩٩١):

أولاً: فيروسات تنتقل بواسطة المن

تشتمل القائمة على الفيروسات التالية:

١ – فيرس اصفرار البنجر الغربى Beet Western Yellows Virus (BWYV).

٢ – فيرس ذبول الفول الرومى Broad Bean Wilt Virus (BBWV).

٣ – فيرس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus (CMV).

٤ – فيرس موزايك البرسيم الحجازى Alfalfa Mosaic Virus (AMV).

٥ – فيرس واى البطاطس Potato Virus Y (PVY).

٦ – فيرس إتش التبغ Tabacco Etch Virus (TEV).

٧ – فيرس تبرقش الفلفل Pepper Mottle Virus (PMV).

ثانيًا: فيروسات تنتقل بالملامسة (ميكانيكيًا)

تشتمل القائمة على الفيروسات التالية:

١ – فيرس موزايك الطماطم Tomato Mosaic Virus (ToMV).

٢ – فيرس إكس البطاطس Potato Virus X (PVX).

ثالثا: فيروسات تنتقل بواسطة الفطريات

تشتمل القائمة على:

١ – فيرس تحلل التبغ Tobacco Necrosis Virus (TNC).

رابعًا: فيروسات تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق

تشتمل القائمة على:

١ – فيرس التفاف القمة Curly Top Virus (CTV).

خامسًا: فيروسات تنتقل عن طريق التربة

تشتمل القائمة على:

١ – فيرس تقزم الطماطم الشجيرى Tomato Bushy Stunt Virus (TBSV).

سادسًا: فيروسات تنتقل بواسطة التربس

تشتمل القائمة على الفيروسات التالية:

١ – فيرس تخطيط التبغ Tabacco Streak Virus (TSV).

٢ – فيرس ذبول الطماطم المتبقع Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)

سابعًا: فيروسات تنتقل بواسطة النيماتودا

تشتمل القائمة على الفيروسات التالية.

١ – فيرس تبع التبغ الحلقى Tobacco Ringspot Virus (TobRV).

٢ – فيرس خشخشة التبغ Tobacco Rattle Virus (TRV).

ثامنًا: فيروسات تنتقل بواسطة الذبابة البيضاء

تشتمل القائمة على:

١ – فيرس التفاف أوراق التبغ Tobacco Leaf Curl Virus (TLCV).

ونتناول – فيما يلى – بالشرح – أهم الفيروسات التى تصيب الفلفل.

فيرس موزايك الخيار

الأعراض والعوائل

يصيب فيرس موزايك الخيار Cucumber Moasic حوالى ٧٧٥ نوعًا نباتيًّا فى شتى أنحاء العالم (Montasser وآخرون ١٩٩٨).

ويحدث الفيرس موزايكًا شديدًا بأوراق الفلفل، مع ظهور مساحات كبيرة ميتة على الأوراق المسنة (شكل ٥-٢١، يوجد فى آخر الكتاب). وقد تتشوه الثمار، وتظهر عليها بقع مميزة صفراء اللون، أو حلقات صفراء تحيط بمركز واحد، أو كلا العرضين، ويكثر ظهور هذه الأعراض على الثمار غير الناضجة (شكل ٥-٢٢، يوجد فى آخر الكتاب).

انتقال الفيرس

ينتقل الفيرس أساسًا بواسطة حشرة منّ الخوخ الأخضر، ولكنه ينتقل أيضًا بواسطة أنواع أخرى من المنّ، كما ينتشر بدرجة أقل ميكانيكيًّا عند لمس النباتات السليمة بعد لمس النباتات المصابة. ويبقى الفيرس من موسم لآخر - متطفلاً - على عديد من الحشائش، والخضر الأخرى مثل الخيار والطماطم.

المكافحة

تتبع الوسائل التالية فى مكافحة الفيرس:

١ - مكافحة حشرة المنّ الناقلة للفيرس.

أمكن مكافحة فيرس موزايك الخيار فى الفلفل من خلال مكافحة حشرة المنّ التى تقوم بنقل الفيرس إلى النباتات برشها بأى من الزيت المعدنى فيرول Virol، أو بماء الجير يالبين Yalbin أو لوفن Loven بتركيز ١٠٪، حيث أدت المعاملة إلى خفض نسبة الإصابة بالفيرس بنحو ٤٪ (Marco ١٩٩٣).

٢ - زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر القدرة على تحمل الإصابة بفيرس موزايك الخيار فى الصنف الهندى الحريف بيرينيال Perennial، وقد تمت الاستفادة منها فى تربية أصناف متحملة للفيرس من الفلفل الحلو (Lapidot وآخرون ١٩٩٧).

٣ – استعمال السلالات الضعيفة من الفيرس فى إكساب النباتات مناعة ضد السلالات القوية:

استعمل رنا (آر إن أى RNA) تابع Satellite لفيرس موزايك الخيار (CMV) مع سلالة معتدلة الضراوة من الفيرس (CMV-S) فى إكساب نباتات الفلفل مناعة ضد الإصابة بالفيرس. وبينما أدت العدوى بسلالة عادية شديدة الضراوة من فيرس موزايك الخيار إلى نقص محصول أحد أصناف الفلفل (كاليفورنيا وندر) بمقدار ٣٣٪، فإن الحقن بالـ CMV-S لم ينقص المحصول سوى بقدر محدود، فى الوقت الذى أدى فيه ذلك الحقن إلى إكساب النباتات حماية ضد الإصابة بالسلالة العالية الضراوة من الفيرس بنسبة ٨٠٪ عندما أجرى الحقن بالسلالة العالية الضراوة بعد ثلاثة أسابيع من الحقن بالـ CMV-S (Montasser وآخرون ١٩٩٨).

فيرس موزايك التبغ، وفيرس موزايك الطماطم

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة بفيرس موزايك التبغ Tobacco Mosaic Virus على صورة تبرقش شديد فى بعض أصناف الفلفل مع تغضن الأوراق، وعدم بلوغها الحجم الطبيعى وتظهر أعراض شفافية العروق Vein Clearing بوضوح فى الأوراق الصغيرة (شكل ٥–٢٣، يوجد فى آخر الكتاب)، كما تؤدى الإصابة إلى ضعف عقد الثمار، وعدم اكتمال نمو الثمار العاقدة، وتشوهها، ونقص المحصول تبعًا لذلك.

وتبدأ أعراض الإصابة بفيرس موزايك الطماطم Tomato Mosaic Virus فى الفلفل بظهور اصفرار فى الأوراق العليا والمتوسطة، يليه ظهور تحلل فى ساق النبات وسقوط للأوراق وتموت النباتات القابلة للإصابة فى خلال ٢–٣ أسابيع من إصابتها بالفيرس وهى بعمر ٥–٨ أسابيع (Schuerger & Hammer ١٩٩٥).

انتقال الفيرس والظروف المناسبة للإصابة

ينتقل الفيروسان بالوسائل الميكانيكية أثناء تداول النباتات، وعلى الآلات الزراعية، ولدى ملامسة النباتات لبقايا النباتات المتحللة التى توجد فى التربة، والتى يعيش فيها

الفيــرس أو بواسـطة البـذور المصابـة. ويعيـش الفـيرس فـى النباتـات الـجافـة لعـدة سنوات.

وفى المزارع المائية المغلقة للفلفل، ينتشر الفيرس سريعًا عـن طريـق المحـاليل المغذيـة الملوثة بالفيرس (Schuerger & Hammer ١٩٩٥).

وقد ازدادت شدة أعراض الإصابة بالفيرس فى حرارة مرتفعـة مقدارهـا ٢٤ أو ٣٢°م، بينما لم تظهر أعراض شديدة أو حتى معتدلة للإصابة فى حـرارة ١٨°م (Schuerger & Hammer ١٩٩٥).

المكافحة

يكافح الفيروسان بالوسائل التالية:

١ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة فى مختلف طرز الفلفل.

٢ – التخلـص مـن النباتـات المصابـة أولاً بـأول، وتطـهير كافـة الأدوات والصوانـى المستعملة فى إنتاج الشتلات بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ٠,٢٦٪.

ويمكـن تطـهير بـذور سـلالات التربيـة التـى يخشـى مـن تلوثـها سـطحيًّا بالفـيرس بمعاملتها بالنقع فى حامض كبريتيك بتركيز ١–٢٪ لـدة ٢–٣ دقـائق، أو فـى حـامض أيدروكلوريك ٢٪، أو فى كلوراكس بتركيز ١٠٪ لمدة ١٠ دقائق، مع ضرورة غسل البذور جيدًا بالماء وسرعة تجفيفها بعد المعاملة (Greenleaf ١٩٨٦).

٣ – اختيار الموجات الضوئية التى تحد من الإصابة فى الزراعات المحمية:

ظهرت أعراض الإصابة بفيرس موزايك الطماطم على الفلفل ببطء، وكانت أقـل شـدة عندما كانت النباتات مزودة (فى الزراعات المحمية) بلمبات كهربائية توفر لها كلا مـن الضوء الأزرق والأشعة فوق البنفسجية A، وتحقق ذلك باستعمال لمبات تعطى ٨٣٪ ضوء أحمر عند ٦٦٠ نانوميترًا، و ١٧٪ أشعة تحت حمراء عند ٧٣٥ نانوميترًا، وذلك مقارنـة بتطور أعراض الإصابة فى النباتات التى نمت فى وجود مصادر ضوئية تفتقر إلى كل مـن الضـوء الأزرق (٦٦٠ نانومـترًا)، والأشـعة فـوق البنفسـجية A (٦٦٠/٧٣٥ نانوميـترًا) (Schuerger & Brown ١٩٩٧).

فيرس واى البطاطس

الأعراض والعوائل

يحدث فيرس واى البطاطس تبرقشًا خفيفًا بالأوراق (شكل ٥-٢٤، يوجد فى آخر الكتاب).

ويصيب الفيرس العديد من الأعشاب الضارة والخضر، وتعد البطاطس والطماطم من أهم عوائله.

انتقال الفيرس

ينتقل الفيرس بواسطة عديد من أنواع المنّ، ويعد مَنّ الخوخ الأخضر أكثرها كفاءة فى نقل الفيرس.

المكافحة

١ - زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة بالفيرس.

٢ - كما فى حالة فيرس موزايك الخيار، أمكن مكافحة فيرس واى البطاطس فى الفلفل من خلال مكافحة حشرة المنّ - التى تقوم بنقل الفيرس إلى النباتات - بأى من الزيت المعدنى فيرول Virol، أو بماء الجير يالبين Yalbin أو لوفن Loven بتركيز ١٠٪، حيث أدت المعاملة إلى خفض نسبة الإصابة بالفيرس بنحو ٤٠٪ (Marco ١٩٩٣)

٣ - أدى استعمال أغطية التربة البيضاء إلى نقص شديد فى نسبة إصابة النباتات بفيرس واى البطاطس، وزيادة المحصول بنسبة ٣٢٪ عما فى الكنترول.

٤ - كذلك كان لاستعمال اللوحات الصفراء الجاذبة للمنّ واللاصقة له أثرًا كبيرًا فى زيادة المحصول (Budnik وآخرون ١٩٩٦).

٥ - لم يكن لأى من مبيدى البيريميكارب primicarb، أو الإميداكلوبرد imidacloprid تأثيرًا جوهريًا على سلوك المنّ فى وخز نباتات الفلفل المعاملة بهما، أو على نقل المنّ لفيرس واى البطاطس إليها عندما سمح للمنّ بالبقاء لمدة ١٠ دقائق على

النباتات المعاملة. وعلى عكس ذلك، فإن معاملة النباتات بالسيبرمثرين cypermethrin أثرت على كل من سلوك المنّ وكفاءته فى نقل الفيرس، حيث كانت وخزاته للنباتات المعاملة أقل عددًا (١,٧ مرة مقابل ٣,٣ مرة فى الكنترول)، وأقصر مدة (٤١ ثانية مقابل ١٥٢ ثانية فى الكنترول)، كما أدت المعاملة إلى شلّ حركة المنّ فى خلال ٢,٥ دقيقة من تعرضه للنباتات المصابة، ولكن قبل اكتمال هذه الفترة كانت الحشرة قادرة على نقل الفيرس بكفاءة إلى النباتات المعاملة بالمبيد (Collar وآخرون ١٩٩٧).

فيرس إكس البطاطس

يحدث فيرس إكس البطاطس Potato Virus X أعراضًا شبيهة بالأعراض التى يحدثها فيرس موزايك التبغ، ولكنها تكون أقل حدة، ولاتصاحبها أعراض شفافية العروق.

ينتقل الفيرس بالوسائل الميكانيكية أثناء تداول النباتات، وبواسطة الحشرات القارضة، وهو يصيب عددًا كبيرًا من الأعشاب الضارة، والخضر الأخرى. وتعد الطماطم والبطاطس من أهم عوائله.

ويجب أن تؤخذ كل هذه الأمور فى الاعتبار عند التخطيط لمكافحة الفيرس.

فيرس ذبول الطماطم المتبقع

الأعراض والعوائل

يحدث فيرس ذبول الطماطم المتبقع Tomato Spotted Wilt Virus تبرقشات وتبقعات شديدة بالأوراق، تتطور إلى تحلل شديد فيها، وتلتحم المناطق المتحللة معًا، لتشمل معظم المساحة الورقية. وأهم أعراض الإصابة على الثمار هو عدم انتظام التكوين، حيث تبدو مبرقشة بالأحمر، والأصفر، والأخضر دون انتظام (شكل ٥-٢٥، يوجد فى آخر الكتاب).

يصيب فيرس ذبول الطماطم المتبقع أكثر من ٦٥٠ نوعًا نباتيًّا تتضمن عديدًا من المحاصيل البستانية والحشائش التى يمكن أن تشكل مصدرًا متجددًا للفيرس.

الانتقال

يمكن لسبعة أنواع من التربس نقل الفيرس، ويُعد تربس الأزهار الغربي *Frankliniella occidentalis* أكثرها كفاءة، ومن تلك الأنواع *Thrips tabaci*، و *Frankliniella fusca*.

تكون يرقات التربس – فى طورها الأول فقط – هى وحدها القادرة على اكتساب الفيرس، حيث يتكاثر فيها، ويكون الطور اليرقى الثانى والأفراد البالغة قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة عندما تتغذى عليها، ويبقى الفرد البالغ قادرًا على نقل الفيرس طوال حياته بعد ذلك (Wetering ١٩٩٦، و Gitaitis وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة

يكافح الفيرس بمراعاة ما يلى:

١ – مكافحة حشرة التربس الناقلة للفيرس بكل الوسائل المكنة، إلا أن المبيدات لا تفيد فى حماية النباتات من الإصابة بالفيرس الذى تنقله إليها أفراد التربس القادمة إلى الحقل من حقول مجاورة له.

٢ – يفيد كثيرًا استعمال الشباك ذات الثقوب الدقيقة على فتحات التهوية فى البيوت المحمية فى منع دخول التربس وخفض نسبة الإصابة بالفيرس (Lacasa وآخرون ١٩٩٤)

فيرس إتش التبغ

تكون أعراض الإصابة بفيرس إتش التبغ Tobacco Etch Virus على صورة تبرقش خفيف بالأوراق، وحلقات مركزية كبيرة على الأوراق والثمار، وتشوهات بالثمار، وتحلل بالجذور، وذبول، وتقزم بالنباتات، وخطوط طولية ذات لون بنى مائل إلى الأحمر بالسيقان، مع سقوط البراعم الزهرية.

كما تعرف سلالة من الفيرس تُحدث فى الفلفل (التاباسكو) جميع الأعراض المميزة للإصابة فيما عدا الذبول (Chu وآخرون ١٩٩٧)

ويصيب الفيرس نباتات العائلة الباذنجانية، وينتقل بواسطة مَنّ الخوخ الأخضر، ومنّ البطاطس، ويكافح بمكافحتها (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).

ممارسات خاصة لمكافحة الأمراض الفيروسية

يمكن الاستفادة من بعض الممارسات والمعاملات الخاصة فى تقليل أعداد الحشرات الناقلة للأمراض الفيروسية فى الفلفل، والتى منها ما يلى:

١ – استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء:

تستعمل لأجل ذلك أغطية التربة الألومنيومية، وكذلك الأغطية البلاستيكية الفضية والمطلية باللون الألومنيومى. أفاد استعمال هذه الأغطية فى خفض أعداد المنّ والتربس، وكانت فائدتها فى الفلفل أكثر منها فى الطماطم لأن نباتات الفلفل كانت أقل حجمًا من نباتات الطماطم، وكان حجبها لغطاء التربة أقل من حجب نباتات الطماطم له (Kring & Schuster ١٩٩٢).

٢ – استعمال المصائد الصفراء اللاصقة بمعدل ١٢٤٠ مصيدة/هكتار (٥٢٠ مصيدة/فدان) (Valdez & Wolfenbarger ١٩٩٥).

٣ – رش النباتات بالزيوت المعدنية بتركيز ١٪، أو بماء الجير بتركيز ١٠٪ من التحضير التجارى يالبين Yalben، أو لوفن Loven (Marco ١٩٩٣).

٤ – زراعة الفلفل مع القطيفة marigold (*Tagetes erecta*) بنسبة ٢ فلفل : ١ قطيفة فى الخط الواحد، حيث كانت لهذه المعاملة نفس فاعلية استعمال أغطية التربة العاكسة للضوء فى خفض أعداد حشرتى المنّ والذبابة البيضاء؛ ومن ثم تقليل أعداد النباتات التى ظهرت عليها أعراض الإصابات الفيروسية Chew-Madianaveitia وآخرون (١٩٩٥).

٥ – أفاد رش نباتات الفلفل بزيت بذور النيم *Azadirachta indica* بتركيز ١٪ أو ٢٪ فى مكافحة حشرة المنّ (بسبب محتوى الزيت من الليمونويدات النشطة active limonoids، مثل الأزاديراكتين azadirachtin)، وفى خفض إصابتها بالفيروسات غير المتبقية non-persistent viruses (مثل فيرس واى البطاطس)، بسبب إعاقة الزيت لعمليتى إكتساب الحشرة للفيرس، ونقله إلى النباتات السليمة، بطريقة مماثلة لتلك التى تؤثر بها الزيوت المعدنية، وليس بسبب محتوى الزيت من المركبات الفعّالة ضد الحشرة ذاتها (Lowery وآخرون ١٩٩٧).

نيماتودا تعقد الجذور

المسبب

تعتبر نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes من أهم أنواع النيماتودا التى تصيب الفلفل. يصاب الفلفل فى المناطق الاستوائية، وشبه الاستوائية بكل من الأنواع *Meloidogyne incognita* و *M. javanica*، و *M. arenaria*.

الأعراض

تحدث النيماتودا بالنباتات المصابة عقدًا جذرية كبيرة تتلف المجموع الجذرى، وتؤدى إلى اصفرار، وذبول، وجفاف الأوراق بصورة تدريجية من أسفل لأعلى، مع تقزم النباتات، ونقص المحصول تبعًا لذلك تزيد عوائل هذه النيماتودا عن ألفى نوع نباتى؛ لذا فإن بقاءها فى التربة المصابة أمر مؤكد.

ويختلف الحد الأدنى لأعداد بيض ويرقات الطور الثانى لنيماتودا تعقد الجذور (*M. incognita*) فى التربة الذى يكفى لخفض المحصول بنسبة ١٠٪ باختلاف الأصناف، وقد تراوح من مجرد ٢٤ بيضة أو يرقة فى كل ١٠٠ سم٣ من التربة فى الصنف نيومكسيكو ٦- ٤ New Mexico 6-4، وإلى ٦٦ فى الصنف ساندیا Sandia، وإلى ١٩٠ فى الصنف جالابينو Jalapeno (Thomas وآخرون ١٩٩٥)، وتلك أعداد منخفضة للغاية باعتبار الكثافة العالية التى توجد عليها النيماتودا فى الأراضى الملوثة بها.

المكافحة

تكافح نيماتودا تعقد الجذور فى الفلفل بمراعاة مايلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر المقاومة لنمياتودا تعقد الجذور فى كل من:

C. chacoense	*Capsicum annuum*
C frutescens	*C. chilense*

ومن أصناف الفلفل المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور كلاً من أول بج All Big وبونتوك سويت لونج Bontoc Sweet Long، وورلدبيتر World Beater (Putnam وآخرون ١٩٩١).

ويعد صنف الفلفل الحار كارولينا كايين Carolina Cayenne (وهو من طراز الكايين) على درجة عالية جدًّا من المقاومة لكل من *M. incognita* (سلالات ١ إلى ٤)، و *M. arenaria* (Thies وآخرون ١٩٩٧).

وقد تبين لدى اختبار ٥٩ صنفًا منزرعًا من *Capsicum chinense* وجود مستوى عاليًا من المقاومة للنيماتودا *M. incognita* فى الأصناف PA-353، و PA-398، و PA-426، وجميعها من الأصناف الحريفة الجيدة التى يمكن استخدامها فى الإنتاج التجارى دونما حاجة إلى تحسين (Fery & Thies ١٩٩٧).

وقد أنتج Dukes وآخرون (١٩٩٧) صنف الفلفل الحريف تشارلستون هت Charleston Hot بالانتخاب من الصنف الحريف كارولينا كايين Carolina Cayenne، وكلاهما من طراز الكايين، و على درجة عالية من المقاومة للنيماتودا *M. incognita*. وهما يختلفان فى أن تشارلستون هت ذات ثمار صفراء اللون ونمو خضرى مندمج، بينما كارولينا كايين ذات ثمار حمراء ونمو خضرى كبير.

كما قام Fery وآخرون (١٩٩٨) بنقل الجين N المسئول عن المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور من صنف الفلفل مِسيسّبى نيما هارت Mississippi Nemaheart إلى كل من الصنفين يولو وندر Yolo Wonder، وكيستون رزِّستنت جاينت Keystone Rasistant Giant فى برنامجين للتربية أفرزا صنفًا الفلفل الحلو المقاومين: كارولينا وندر Carolina Wonder، وتشارلستون بلى Charleston Belle، على التوالى.

هذا .. ويمكن بزراعة أصناف الفلفل العالية المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور – مثل كارولينا كايين – فى الدورة الزراعية – خفض أعداد النيماتودا فى التربة إلى درجة تسمح بزراعة محاصيل أخرى حساسة للنيماتودا بعدها فى الدورة (Thies وآخرون ١٩٩٨).

٢ – عدم زراعة المشاتل فى أرض ملوثة بالنيماتودا، مع معاملة المشاتل قبل الزراعة بالنيماكور ١٠٪ محبب، أو فيوردان ١٠٪ محبب نثرًا على سطح التربة قبل الزراعة بمعدل ٤٠ كجم للفدان فى الأراضى الرملية، أو بأى من المبيدين السابقين، وكذلك تيميك ١٠٪ محبب، أو فايديت ١٠٪ محبب، بمعدل ٢٠ كجم للفدان فى

الأراضى الثقيلة على أن تقلّب على سطح التربة بعد نثرها، ثم تزرع البذرة مباشـرة بعـد ذلك.

٣ – رش النباتات بالفايدت السائل ٢٤٪ بعد أسبوعين وخمسة أسابيع من الشتل، مع رى الحقل بعد الرش مباشرة على أن تكون المعاملة بمعدل لترين للفدان فى حالة استخدام شتلات سبقت معاملتها فى المشتل، وثلاث لترات للفدان إن لم يكن قـد سبق معاملتها فى المشتل. (وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

٤ – تكافح النيماتودا *M. incognita* بيولوجيًّا باستعمال الفطـر *Paecilomyces lilacinus* بكفاءة عالية تعادل كفاءة استعمال المبيدات (Noe & Sasser ١٩٩٥).

ويمكن الإطلاع على المزيد من التفاصيل المتعلقة بنيماتودا تعقد الجذور ووسائل مكافحتها بالرجوع إلى حسن (١٩٩٨ ب).

المنّ

وصف الحشرة، وأضرارها، وعوائلها

حشرة المنّ صغيرة كمثرية الشكل، تعطى عدة أجيال خلال الموسم الواحد، وتكون أجيالها الأولى غير مجنّحة، ولكن تظهر أفرادها مُجنحة فى فصل الصيف، حيث يمكنها التنقل بحريّة فى الحقل

يتغذى المنّ على امتصاص العصارة من الساق والأوراق؛ مما يؤدى إلى تجعد الأنسجة المصابة، كما ينقل إلى النباتات عددًا من الأمراض الفيروسية الهامة، مثل فيرس موزايك الخيار، وفير واى البطاطس، وفيرس إتش التبغ.

كما يُفرز المنّ ندوة عسلية تخرج من فتحة الشرج، وتتركب من العصارة الزائدة التى تمتصها الحشرة مضافًا إليها بعض السكر والنفايات، وهى غذاء مفضل للنمل. كما تنمو عليها بعض الفطريات غير المتطفلة على النباتات، ولكن مجرد نموها على سطح الأوراق يعوق عملية البناء الضوئى. ويساعد تعلق الأتربة – على هذه الإفرازات – على تفاقم المشكلة يعتبر من الخوخ الأخضر *Myzus persicae* من أهم أنواع المن التى تتطفل على العديد من النباتات، فيصيب خضروات العائلات الباذنجانية، والبقولية، والصليبية،

والقرعية، والمركبة، والخبازية. وتتميز الحشرة الكاملة من هذا النوع بلونها الأخضر (حماد وعبدالسلام ١٩٨٥).

المكافحة

يكافح المنّ بالوسائل التالية:

١ - استعمال بدائل المبيدات:

من أهم بدائل المبيدات الموصى بها فى مكافحة المنّ فى الفلفل، ما يلى:

أ - الزيوت المعدنية، مثل/ زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وزيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، وزيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد من أى منهم لكل ١٠٠ لتر ماء، وزيت طبيعى (ناتيرلو) ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^3) لكل ١٠٠ لتر ماء.

ب - إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد لكل ١٠٠ لتر ماء.

جـ - ديترجنت بمعدل ٢٥٠ مل (سم^3) لكل ١٠٠ لتر ماء (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧).

٢ - المكافحة البيولوجية:

أ - يكافح المنّ، وكذلك الذبابة البيضاء والعنكبوت الأحمر بالرش بالبيوفلاى بمعدل ٢٥٠ مل (سم^3). يراعى الرش عند وجود الحشرة على النبات، ثم تكراره بعد ٤٨ ساعة من الرشة الأولى.

ب - تفيد كذلك فى المكافحة البيولوجية للمنّ الخنفساء *Hippodamia convergens* (Votava & Bosland ١٩٩٦).

٣ - استعمال المبيدات:

يكافح المنّ برش النباتات بالأكتيليك ٥٠٪ قابل للاستحلاب، بمعدل ١,٥ لتر فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان، ويكرر الرش كلما ظهرت الإصابة، على أن يوقف قبل الحصاد بمدة أسبوعين على الأقل.

كما تكافح الذبابة البيضاء، والمنّ، والحلم - معًا - باستعمال المبيد بولو، وهو ليس مبيدًا جهازيًا ولكنه يخترق الأوراق، ويصيب الآفة التى تتغذى عليها بالشلل فتتوقف

عن التغذية إلى أن تموت جوعًا. يلزم إجراء الرش مرتين متتابعتين يفصل بينهما فترة ٧–١٠ أيام. وهذا المبيد مصنف رقم ٣ حسب تصنيف منظمة الصحة العالمية، أى أنه آمن الاستخدام بالنسبة للإنسان.

الذبابة البيضاء

الأضرار

تقوم حشرة الذبابة البيضاء بامتصاص عصارة النبات، ولكن ضررها يتمثل فى الإفرازات العسلية التى تفرزها حوريات الحشرة، وتلتصق بها الأتربة، وتنمو عليها الفطريات التى تغطى سطح الورقة، وتحجب عنها الضوء.

المكافحة

تكافح الذبابة البيضاء بنفس بدائل المبيدات التى أسلفنا الإشارة إليها تحت المنّ، كما تشمل توصيات المكافحة الحيوية – إلى جانب البيوفلاى – استعمال الناتور اليس ٢,٣ × ١٠^٧ وحدة/سم^٣ بمعدل ١٠٠ سم^٣ لكل ١٠٠ لتر ماء.

يستعمل كذلك فى مكافحة الذبابة البيضاء الرش بالمبيد إفيسكت إس بمعدل ٥٠–١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء وتفيد هذه المعاملة – كذلك – فى مكافحة كل من التربس (تربس البصل وتربس الأزهار الغربى)، وصانعات الأنفاق (*Liriomyza* spp.، و *Agromyza* spp.).

ومن المبيدات الأخرى التى يمكن استعمالها فى مكافحة الذبابة البيضاء: بولو (كما فى المنّ)، وكونفيدور، وأكترا.

التربس

أنواع التربس الهامة

من أهم أنواع التربس كلا من: تربس البصل *Thrips tabaci*، وتربس الأزهار الغربى *Frankliniella occidentalis*، وهى أكثر الأنواع انتشارًا، وأشدها ضررًا.

ومن أنواع التربس الأخرى التى تصيب الفلفل، ما يلى (عن Wijeratne ١٩٩٦):

١ – *Scirtothrips dorsalis*: يتغذى على النموات الخضرية فقط.

٢ – *Frankiniella schultzei*: يتغذى على الأزهار فقط.

٣ – *Thrips palmi*: يصيب النموات الخضرية والأزهار.

٤ – *Megalurothrips usitatas*: يصيب النموات الخضرية والأزهار.

المكافحة

يكافح التربس بالوسائل التالية:

١ – استعمال بدائل المبيدات:

يوصى باستعمال فيرتيمك بمعدل ٥٠–١٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء، علمًا بأنه يوفر حماية ضد كل من التربس (تربس الأزهار الغربى)، وصانعات الأنفاق (*Liriomyz* spp.)، والعنكبوت الأحمر العادى.

٢ – استعمال المبيدات:

يفيد فى مكافحة التربس (*Thrips tabaci*، و *Frankiniella occidentalis*) الرش بالمبيد إفيسكت إس بمعدل ٥٠–١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

٣ – المكافحة الحيوية:

من أهم الأعداء الطبيعية للتربس، ما يلى (عن Wijeratne ١٩٩٦):

العدو الطبيعى	الرتبة والعائلة
Coccinella transversalis Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Harmonia octomaculata Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Micraspis discolor Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Cheilomenes sexmaculata Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Scymnus latemaculatus Motschulsky	(Coleoptera: Coccinellidae)
Brumoides suturalis Fab.	(Coleoptera: Coccinellidae)
Propylea dissecta (Mulsant).	(Coleoptera: Coccinellidae)
Araneus sp.	(Araneae: Araneidae)
Larinia sp.	(Araneae: Araneidae)
Cheiracanthium sp.	(Araneae: Clubionidae)
Oxyopes sp.	(Araneae: Oxyopidae)
Bianor sp.	(Araneae: Salticidae)
Runcinia sp.	(Araneae: Thomisidae)

العدو الطبيعي	الرتبة والعائلة
Microplits similis Lyle.	(Hymenoptera: Branconidae)
Aphelinus sp.	(Hymenoptera: Aphelinidae)
Pachyneuron sp.	(Hymenoptera: Pteromalidae)
Orius sp.	(Heteroptera: Anthocoridae)

ومن الأعداء الطبيعية الفعّالة ضد نوع التربس *Frankliniella occidentalis*، والأنواع الأخرى الأكاروس المفترس *Amblyseius degenerans*، ولكن يُعاب عليه أن انتقاله من نبات لآخر لا يكون إلا بين النباتات التي تتلامس نمواتها الخضرية فقط، حيث لا يعتد بانتقاله عن طريق التربة. وقد كان *A. degenerans* أكثر فاعلية في مكافحة التربس عن *Neoseiulus cucumeris* (Houten وآخرون ١٩٩٥، و Ramakers & Voet ١٩٩٦).

كذلك أفاد في مكافحة التربس *F. occidentalis* المفترس *Orius laevigatus* (Tavella وآخرون ١٩٩٧).

العنكبوت الأحمر

يُصيب العنكبوت الأحمر العادي *Tetranychus urticae* العديد من محاصيل الخضر، ويتواجد بأعداد كبيرة على السطح السفلي للورقة. ينسج هذا الحيوان خيوطًا عنكبوتية يعيش تحتها، ويمتص العصارة النباتية؛ مما يؤدي إلى ظهور بقع ذات لون أصفر، أو أحمر باهت في موضع الإصابة. وقد تصبح الورقة كلها صفراء، وتسقط في الإصابات الشديدة التي تنتشر في الجو الحار الرطب

ويكافح العنكبوت الأحمر في الفلفل بالوسائل التالية:

١ – استعمال بدائل المبيدات:

من أهم بدائل المبيدات الموصى بها ما يلي:

أ – الزيوت، مثل. زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وزيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، وزيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد من أي منهم لكل ١٠٠ لتر ماء، وزيت طبيعي (ناتيرلو) ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^3) لكل ١٠٠ لتر ماء.

ب – الكبريت، مثل: سوريل زراعى (سمارك) وسوريل زراعى (شيخ) ٩٨٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم من أى منهما للفدان، وكبريت زراعى النصر ٩٩٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٥ كجم للفدان، وشامة ٩٩,٥٪ مسحوق تعفير، وكبريدست ٩٩,٨٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم من أى منهما للفدان.

جـ فيرتيمك ١,٨٪ مستحلب بمعدل ٥٠–١٠٠ مل (سم^3) لكل ١٠٠ لتر ماء.

د – إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد لكل ١٠٠ لتر ماء (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧).

٢ – المكافحة الحيوية:

يكافح العنكبوت الأحمر العادى باستعمال البيوفلاى ٣ × ١٠^7 وحدة/سم^3 بمعدل ١٥٠ مل (سم^3) لكل ١٠٠ لتر ماء.

كما يكافح نوعًا الأكاروس *Tetranychus urticae*، و *T. cinnabarinus* بواسطة الأكاروس المفترس *Phytoseiulus persimilis* بكفاءة عالية (Kropezynska & Tomczyk ١٩٩٦).

٣ – استعمال المبيدات:

يكافح العنكبوت الأحمر برش النباتات بالكلثين الميكرونى ١٨,٥٪، بمعدل كيلو جرام واحد للفدان، أو بالتديدفول بمعدل لتر واحد للفدان، ويكرر العلاج كلما لزم الأمر.

التخطيط الأصفر

نتناول بالشرح ظاهرة التخطيط الأصفر Chlorotic streaking لثمار الفلفل – وهى ظاهرة فسيولوجية – فى هذا الفصل الخاص بالأمراض والآفات ومكافحتها – لأن ظهورها يرتبط بتغذية حوريات الذبابة البيضاء من النوع *Bemisia argentifolii*. تفرز الحوريات أثناء تغذيتها سمومًا تتحرك لمسافات قصيرة داخل النبات، وتؤدى إلى ظهور هذه الحالة الفسيولوجية.

وأهم أعراض التخطيط الأصفر هو ظهور خطوط ضاربة إلى الصفرة (Chlorotic) بعرض حوالى ٢–٣ مم بالتبادل مع خطوط خضراء قاتمة اللون بالعرض ذاته على الثمار. كما

تكون ثمار النباتات المصابة بالذبابة – بصورة عامة – أفتح لونًا (أقل اخضرارًا) من ثمار النباتات غير المصابة والتى تكون خضراء قاتمة (Summers & Estrada ١٩٩٦).

وتجدر الإشارة إلى أن هذه الذبابة – *B. argentifolli* – وهى ذبابة أوراق الكوسة الفضية Squash Silverleaf White fly (أو طراز B البيولوجى من *Bemisia tabaci*) – هى ذاتها المسئولة عن ظهور عدد من العيوب الفسيولوجية فى بعض محاصيل الخضر الأخرى، وقد سبق تناولها بالتفصيل فى كتاب آخر للمؤلف (حسن ٢٠٠٠).

الفصل السادس

الباذنجان

تعريف بالمحصول وأهميته

يعرف الباذنجان بعدة أسماء إنجليزية، أهمها eggplant، ومنها أيضًا aubergine، وهى تسمية فرنسية مشتقة من الاسم العربى من خلال الاسم الإسبانى berenjena، والأسماء garden egg، و brinjal، و melongene.

يعد الباذنجان أحد محاصيل الخضر الرئيسية التابعة للعائلة الباذنجانية Solanaceae، واسمه العلمى *Solanum melongena* var. *esculenta*.

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد بأن الباذنجان قد نشأ فى المناطق الحارة فى كل من الهند والصين حيث ينمو فيهما بريًّا. والنباتات البريّة مرة الطعم وكثيرة الأشواك. وقد اشتق اسمه العربى من اسمه الهندى، وذكره ابن سينا سنة ٥٩٥ ميلادية، وابن العوام، وابن البيطار (عن سرور وآخرين ١٩٣٦). ولمزيد من التفاصيل الخاصة بالموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩)، و Choudhury (١٩٧٦).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

تستخدم أصناف الباذنجان ذات الثمار البيضاء الصغيرة فى الحشو، وتطهى الأصناف ذات الثمار الكبيرة، كما يستعمل الباذنجان أيضًا فى عمل المخللات.

ويحتوى كل مئة جرام من ثمار الباذنجان على المكونات التالية: ٩٢,٤ جم رطوبة، و ٢٥ سعرًا حراريًّا، و ١,٢ جم بروتين، و ٠,٢ جم دهون، و ٥,٦ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٩ جم ألياف، و ٠,٦ جم رماد، و ١٢ ملليجرام كالسيوم، و ٢٦

ملليجرام فوسفور، و ٧ ملليجرام حديد، و ٢ ملليجرام صوديوم، و ٢١٤ ملليجرام بوتاسيوم، و ١٠ وحدات دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٥ ملليجرام ثيامين، و ٠,٠٥ ملليجرام ريبوفلافين، و ٠,٦ ملليجرام نياسين (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح مما تقدم أن الباذنجان من الخضر الغنية جدًا بالحديد، كما أنه يحتوى على كميات جيدة من النياسين.

وفى دراسة شملت ١٦ صنفًا وسلالة من الباذنجان تباين محتوى الثمار من مختلف العناصر بالمليجرام لكل ١٠٠ جم حسب العنصر، كما يلى: الكالسيوم: ١٠,٨-٤٤,١، والمغنيسيوم: ٨,٨-٦٩,٥، والبوتاسيوم: ٤,٠-٨,٠، و الصوديوم: ٥,١-١١,٧، والفوسفور: ٨,٣-١٩,١، كما تراوح محتوى البذور من الزيت بين ٢١,٢، و ٢٨,٠٪، وكان ٨٧,٩٪ منه أحماض دهنية غير مشبعة، وهو بذلك يتماثل فى جودته مع كل من زيت عباد الشمس، والفول السودانى، وفول الصويا (Tomar & Kalda ١٩٩٦).

يلاحظ تلون أنسجة ثمار الباذنجان بلون بنى ضارب إلى الرمادى عند قطعها، ويرجع ذلك إلى نشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز Polyphenol oxidase. فعند قطع الثمرة .. تتعرض الأنسجة الداخلية لأكسجين الهواء الجوى، وتتأكسد مادة الكاتيكول catechol بفعل هذا الإنزيم إلى أورثوكونيون التى تتحول بدورها إلى هيدروكونيون. وبتفاعل المادتين يتولد الكاتيكول مرة أخرى بالإضافة إلى مركب الهيدروكسى كونيون، الذى تتجمع حبيباته لتكون الصبغة البنية اللون، والتى تعرف باسم الميلانين melanin ويمكن منع أكسدة الكاتيكول بمعاملة الثمار بعد تقطيعها مباشرة بحامض الأسكوربيك. وتعتبر ظاهرة تلون الأنسجة النباتية ظاهرة شائعة فى الحاصلات البستانية (النبوى وآخرون ١٩٧٠).

الأهمية الاقتصادية

بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالباذنجان فى العالم عام ١٩٩٨ نحو ١٢٣٧ ألف هكتار، كان معظمها فى قارة آسيا (١١٥٩ ألف هكتار)، وخاصة فى الصين (٥٥١ ألف هكتار)، والهند (٤٢٠ ألف هكتار). وقد زُرع فى أفريقيا ٤٤ ألف هكتار، كان منها ٢٩ ألف هكتار فى مصر. كما زرع فى نفس العام ١١ ألف هكتار من الباذنجان فى العراق،

و ٧ آلاف هكتار فى كل من سوريا والملكة العربية السعودية، و ٥ آلاف هكتار فى السودان. ومن الدول العربية الأخرى التى زرع فيها الباذنجان فى مساحة ثلاثة آلاف هكتار كل من الأردن، والجزائر، ولبنان. وقد بلغ متوسط الإنتاج على مستوى العالم ١٦,٣ طنًّا للهكتار. وقد كانت السودان، وسوريا ومصر من بين الدول العربية التى زرع فيها الباذنجان فى مساحات كبيرة نسبيًّا، وكان متوسط الإنتاج فيها عاليًا، حيث بلغ ٢٤,٤، و ٢٣,١، و ١٩,٣ طنًّا للهكتار فى الدول الثلاث على التوالى (FAO ١٩٩٨).

وعمومًا .. فإن الباذنجان يزرع فى مساحات أكبر من تلك التى يزرع فيها الفلفل، نظرًا لكونه من الخضر المفضلة فى غالبية الدول العربية. وقد زرعت منه فى مصر عام ١٩٩٩م مساحة ٧٧٦٣٠ فدان، وبلغ إجمالى الإنتاج ٧٣٦٧٠٨ طن بمتوسط قدره ٩,٥ أطنان للفدان. وكان أكثر من نصف هذه المساحة (٤١٢١٦ فدان) فى العروة الصيفية، وتوزعت المساحة الباقية بين العروتين الشتوية (٢٦٣٥٨ فدان)، والخريفية (١٠٠٥٦ فدان). وقد اقترب متوسط محصول الفدان فى العروة الخريفية (٨,٢ أطنان) من المتوسط العام، وارتفع عنه قليلاً فى العروة الصيفية (١١,٠ طن)، وانخفض قليلاً فى العروة الشتوية (٧,٦ أطنان) (الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ٢٠٠٠).

الوصف النباتى

الباذنجان نبات عشبى حولى يمكن تعقيره

الجذور

يموت الجذر الأولى للنبات عند تقطيع البادرة لشتلها، وينمو بدلاً منه نحو ٣٠٠ جذر جانبى فى الثلاثين سنتيمتر العلوية من التربة، ونحو ١٥ جذرًا آخر أو أكثر تتجه كلها أفقيًّا لمسافة ٣٠–٦٠ سم، ثم تتعمق رأسيًّا لمسافة ١٢٠–٢٠٠ سم (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

الساق

ساق الباذنجان قائمة، ومندمجة، وكثيرة التفرع، وتتخشب بتقدم النبات فى العمر، ويصل ارتفاع النبات لنحو ٥٠–١٥٠ سم. والأوراق بسيطة، وكبيرة، وبيضاوية الشكل،

عليها شعيرات كثيفة، متبادلة، أعناقها طويلة (٢-١٠ سم طولاً) بها تفصيص بسيط إلى متوسط، ويتراوح طول الورقة من ١٥-٤٠ سم.

الأزهار والتلقيح

تُحمل الأزهار مقابلة للأوراق، وتكون مفـردة غالبًـا، إلا أنـها قـد تتكـون فـى بعـض الأصناف فى نورات سيمية بكل منـها مـن ٢-٥ أزهـار. كـأس الزهـرة كبـير، ولحمـى، يتكون من خمس سبلات، ويتكون التويج من خمس بتلات قرمزيـة اللـون تشـكل دائـرة يبلغ قطرها ٥ سم. تلتحم المتوك فى أنبوبة متكية تحيط بقلم الزهرة، وتنتثر منها حبوب اللقاح من فتحات طرفية، ويبرز الميسم عادة أعلى مستوى المتوك.

تتفتح أزهار الباذنجان فى الصباح، ويكون استعداد المياسم لاسـتقبال حبـوب اللقـاح فى أوجه يوم تفتـح الزهـرة وخـلال اليـوم التـالى لتفتحـها، بينمـا تبقـى حبـوب اللقـاح محتفظة بحيويتها لأيام قليلة بعد تفتح الزهرة.

وتتراوح عادة نسبة التلقيح الخلطى فى الباذنجان بين ٦٪ و ٧٪ إلا أنها قـد تـتراوح بين ١٪ و ٤٧٪ ويتوقف ذلك علـى النشـاط الحشـرى. ويحـدث التلقيـح الخلطـى فـى الباذنجان بسبب بروز ميسم الزهرة من الأنبوبة المتكية.

الثمار والبذور

ثمرة الباذنجان عنبة، وتحمل مدلاة pendent.

يستمر نمو كأس الزهرة فى الثمار العاقدة، ويحيط كليـة بـالجزء السـفلى مـن قـاعدة الثمرة، ويكون خشن الملمـس، وسميـك، وشـوكى، وذو شـعيرات، ويتكـون مـن خمسـة فصوص أو أكثر تكون مدببة أو دائرية فى نهاياتها.

وتختلف أصناف الباذنجـان كثيرًا فـى شـكل ثمارهـا، فمنـها الكـروى، والبيضـى، والمبطط، والكمثرى، والأسـطوانى، والمطاول، والمفصص، ومنها ما تـأخذ شـكل السـجق. وقد تكون الثمار مستقيمة أو منحنية. ويختلف وزن الثمرة المكتملة التكوين مـن جرامـات قليلة إلى كيلو جرام أو أكثر، ويختلف طولهـا مـن سـنتيمترات قليلـة إلى ٦٠ سـم، كمـا

يختلف حجم مبيض الزهرة عند تفتحها حسب الحجم المتوقع للثمرة (Nothmann ١٩٨٦). ومعظم أصناف الباذنجان ذات ثمار سوداء، أو أرجوانية، أو بيضاء اللون، إلا أنه تتوفر كذلك سلالات خضراء، وصفراء، وبنية اللون.

لب الثمرة إسفنجي القوام، أبيض اللون، ويتكون أساسًا من المشيمة التى توجد فيها البذور، يوجد بالمبيض ثلاث أو أربع مشيمات على كل جانب منه. ومع نمو الثمار تمتلئ الفجوات التى تحيط بالبذور بنسيج متجانس أبيض أو أصفر اللون نتيجة لنمو الجدار الثمرى. ويحدث هذا النمو نتيجة لكل من انقسام الخلايا وزيادتها فى الحجم معًا.

يتركب جدار الثمرة pericarp من جدار خارجي epicarp رقيق، وطبقة تحت بشرة، وجدار وسطى mesocarp يتكون من خلايا برانشيمية مفككة تزداد فى الحجم بالاتجاه داخل الثمرة إلى أن تصبح إسفنجية، وتحتوى على الكلوروفيل فى طبقاتها الخارجية (فيما عدا الثمار ذات الثمار البيضاء اللون)، وجدار داخلى endocarp يتكون من خلايا رقيقة غير منتظمة التكوين. ويحتوى كلا من الجدار الثمرى الخارجي وطبقة تحت البشرة فى الأصناف القرمزية والسوداء على صبغات ذائبة (Nothmann ١٩٨٦).

تقطف الثمار بأعناقها، إلا أن الثمار التى تصل إلى مرحلة النضج النباتى تتكون بها منطقة انفصال بين الثمرة والكأس، وإذا تركت وقتًا كافيًا .. فإنها تسقط من على النبات.

وتحتوى ثمرة الباذنجان الملقحة جيدًا على عدة مئات من البذور، وقد يصل عددها إلى ٢٠٠٠ بذرة.

البذور مبططة وكلوية الشكل، يبلغ قطرها ٣-٤ سم، وذات غلاف بذرى أصفر إلى بنى اللون، وهى أصغر حجمًا من بذور الفلفل، وأشد منها دكنة فى اللون (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

الأصناف

من أهم أصناف الفلفل المنتشرة فى الزراعة مايلى:

• بلاك بيوتى Black Beauty :

ثماره كبيرة، بيضية الشكل، لامعة، لونها أرجوانى قاتم، يصل طولها فى مرحلة النضج الاستهلاكى إلى ١٥ سم، وقطرها إلى ٩ سم (شكل ٦-١، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). يصل ارتفاع النبات إلى ٧٥ سم، وإنتاجيته عالية.

• فلوريدا ماركت Florida Market:

يتشابه مع الصنف بلاك بيوتى، إلا أنه متأخر عنه فى الإثمار، ونباتاته أكبر حجمًا.

• لونج بيربل Long Purple :

ثماره أسطوانية، رفيعة، يصل طولها إلى ٢٠-٢٥ سم، وقطرها إلى ٥-٧ سم، لامعة، لونها أرجوانى قاتم (شكل ٦-٢، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب)، ذات طعم جيد، يصل ارتفاع النبات إلى ٧٠ سم، وهو مبكر النضج، وعالى الإنتاجية.

• الرومى:

صنف محلى، نباتاته طويلة، قوية النمو، كثيرة التفريع، وثماره كبيرة، كمثرية الشكل، لونها أرجوانى قاتم. يبلغ متوسط وزن الثمرة نحو ٢٠٠ جم.

• بلدى أسود:

النباتات طويلة، ولكنها أقل تفرعًا من نباتات الصنف الرومى، ثماره طويلة لونها قرمزى قاتم.

• بلدى أبيض

النبات قصير نوعًا. الثمار طويلة، رفيعة، بيضاء اللون، تستخدم أساسًا فى الحشو. مبكر النضج.

• لونج بيربل Long Purple :

صنف غير هجين، ثماره طويلة أسطوانية الشكل يبلغ طولها ٢٢ سم ووزنها ٨٠ جم (شكل ٦-٣، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). يصلح للزراعة فى الحقول المكشوفة.

ه بونيكا Bonica:

هجين مبكر، ثماره بيضاوية الشكل لونها بنفسجى قاتم يبلغ قطرها ٩ سم وطولها ١٤ سم. النبات مقاوم لفيروسى موزايك التبغ، وموزايك الطماطم، وذات قدرة جيدة على العقد فى الحرارة المنخفضة (Abak & Guler ١٩٩٤).

ه روندونا Randona (AUB 132):

صنف هجين مبكر، ثماره بيضاوية الشكل، يصل وزن الجيدة منها إلى ٣٧٥ جم، ولونها أسود لامع (شكل ٦-٤، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). يمكن أن تعقد الثمار بكريًا؛ ولذا .. فإنها تعقد جيدًا فى الحرارة المنخفضة نسبيًا. يصلح لكل من الزراعات المحمية والمكشوفة.

ه ريما Rima:

هجين قوى النمو، ثماره طويلة يبلغ طولها ٢٠ سم وقطرها ١٠ سم، ولونها أسود إلى بنفسجى قاتم، ويبلغ متوسط وزنها حوالى ٢٥٠ جم (شكل ٦-٥، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). يصلح لكل من الزراعات المحمية والمكشوفة. النبات خالٍ تقريبًا من الأشواك.

ه ميليدا Mileda:

صنف هجين مبكر، ثماره أسطوانية الشكل يبلغ طولها ٢٣ سم، ولونها أسود إلى بنفسجى لامع (شكل ٦-٦، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب). يمكن أن تعقد الثمار بكريًا؛ ولذا .. فإنه يعقد جيدًا فى الحرارة المنخفضة نسبيًا. يصلح للزراعة فى كل من الصوبات والحقول المكشوفة. النبات خالٍ تقريبًا من الأشواك.

ه ميلا Mila:

هجين ذات ثمار بيضاوية، بنفسجية قاتمة اللون، ولامعة، يبلغ قطرها ٩ سم، وطولها ١٤ سم. النبات مقاوم لفيرس موزايك التبغ.

ه أولجا Olga:

هجين ذات ثمار بيضاوية الشكل ونمو قوى، ويصلح للزراعات الشتوية.

- لندا Linda:

الثمار طويلة مستدقة فى طرفها الزهرى، تبلغ أبعادها ٨ × ٢٤ سم. يتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك التبغ

- سولارا Solara:

هجين قوى النمو، ثماره أسطوانية طويلة يبلغ طولها ١٧ سم وقطرها ٦-١٤ سم، ولونها بنفسجى قاتم، صلبة؛ ويبلغ متوسط وزنها حوالى ٢٢٥ جم. يصلح لكل من الزراعات المحمية والزراعات الحقلية المكشوفة، ويعقد جيدًا فى الحرارة المنخفضة نسبيًا، وقد ذُكِرَ أنه يتحمل الصقيع (Abak & Guler ١٩٩٤).

- إدنا Edna (HA-1905):

هجين مبكر. يعقد جيدًا فى كل من الحرارة المنخفضة والمرتفعة، ثماره سوداء لامعة، بيضاوية الشكل، يبلغ طولها ١٧ سم، ووزنها حوالى ١٤٠ جم. يصلح للزراعات الصيفية والخريفية فى الحقول المكشوفة.

- آراجون Aragon (HA-1726):

هجين مبكر، ثماره كمثرية الشكل طويلة، يبلغ طولها ١٩ سم، ووزنها حوالى ١٢٠ جم، لونها أسود لامع. يصلح لكل من الزراعات المحمية والحقلية المكشوفة.

هذا .. ولمزيد من التفاصيل الخاصة بأصناف الباذنجان .. تراجع نفس المصادر التى ذكرت تحت هذا الموضوع فى الفلفل، وكذلك Wehner (١٩٩٩ ب).

التربة المناسبة

يجود الباذنجان فى الأراضى الطميية الخصبة الجيدة الصرف، إلا أنه يزرع بنجاح أيضًا فى كل من الأراضى الخفيفة والثقيلة على حد سواء. وتفضل زراعته فى الأراضى الرملية، والطميية الرملية فى المناطق التى يكون فيها موسم النمو قصيرًا، حيث يكون الحصاد فيها مبكرًا بصورة أسرع عما فى الأراضى الثقيلة.

الاحتياجات البيئية

يعتبر الباذنجان من أكثر محاصيل الخضر حساسية للبرودة، ويلزمه موسم نمو

طويل، ودافئ حتى تنجح زراعته. وتحدث أضرار شديدة للنباتات إذا تعرضت للصقيع حتى إذا كان خفيفًا، ولفترة قصيرة، أو إذا تعرضت للجو البارد الخالى من الصقيع لفترة طويلة.

تتراوح درجة الحرارة المثلى لإنبات البذور من ٢٤-٣٢°م، ويستغرق الإنبات فى هذه الظروف نحو ١٠ أيام. ولا تنبت البذور فى حرارة تقل عن ١٥°م، أو تزيد عن ٣٥°م.

وأنسب مجال حرارى لنمو النباتات يتراوح بين ٢٧ و ٣٢°م نهارًا، وبين ٢٠ و ٢٧°م ليلاً. ويتوقف النمو النباتى تقريبًا فى حرارة تقل عن ١٧°م.

ويقل إنتاج حبوب اللقاح وتضعف حيويتها، ويضعف عقد الثمار فى درجة حرارة تقل عن ١٥°م، ويقل بشدة عندما تنخفض درجة حرارة الليل إلى ١٠-١٣°م. ويؤدى ضعف الإضاءة نهارًا إلى ازدياد الحالة سوءًا. وعلى النقيض من ذلك .. فإن الباذنجان يعقد جيدًا فى درجات الحرارة المرتفعة، ولكن تؤدى الحرارة العالية كثيرًا نهارًا (٣٧-٤٠°م) إلى احتراق قمة المتوك فى الأزهار، ونقص نسبة إنبات حبوب اللقاح، وضعف نمو الأنابيب اللقاحية (Sanwal وآخرون ١٩٩٧). وتعتبر أصناف الباذنجان الأسطوانية الطويلة أكثر تحملاً للحرارة الشديدة الارتفاع عن الأصناف البيضاوية.

ويؤدى رفع درجة الحرارة القصوى داخل البيوت البلاستيكية من ٣٠,٣°م إلى ٣٤,٠°م إلى التأثير سلبيًا على النمو الخضرى للباذنجان، ولكن مع التأثير إيجابيًا على نمو الثمار (Malfa ١٩٩٣).

ولكن يؤدى ارتفاع درجة الحرارة ليلاً ونهارًا، مع نقص الرطوبة الأرضية إلى فقد الثمار للمعتها وانخفاض قيمتها التسويقية نتيجة لذلك (عن Kanahama ١٩٩٤).

ويعدّ الباذنجان من المحاصيل المحايدة بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية على الإزهار، فتبدأ النباتات فى الإزهار عادة بعد تكوين ٦-١٤ ورقة، ويتوقف ذلك على مدى تبكير، أو تأخير الصنف (Thompson & Kelly ١٩٥٧، و Yamaguchi ١٩٨٣).

التكاثر وطرق الزراعة

يتكاثر الباذنجان بالبذور التى تزرع فى المشتل أولاً، ثم تشتل فى الحقل الدائم. ولا

ينتج الباذنجان بزراعة البذور فى الحقل الدائم مباشرة؛ نظرًا لطول الفترة التى يستغرقها إنبات البذور، والتى تصل إلى ١٠–٢٥ يومًا حسب درجة الحرارة.

كمية التقاوى

يلزم لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان نحو ٢٥٠ جم من البذور عند الزراعة فى المشاتل الحقلية فى الجو البارد، تنخفض إلى نحو ١٥٠ جم فى الجو المناسب، وإلى نحو ٦٠ جم فقط عند إنتاج الشتلات فى الشتّالات.

زراعة المشاتل ورعايتها

لايوصى بإنتاج شتلات الباذنجان فى مراقد حقلية – وخاصة فى الزراعات الصحراوية –؛ نظرًا لحساسية النبات لعلمية الشتل؛ الأمر الذى يتطلب إنتاج شتلات بصلايا فى الشتالات. ويجب استخدام شتّالات ذوات عيون كبيرة. وتكون زراعة البذور فى المشتل قبل الموعد المتوقع لنقلها إلى الحقل الدائم بمدة ٦–١٠ أسبيع، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة؛ حيث تزداد المدة بانخفاضها.

تقتصر الزراعة فى المشاتل الحقلية على الأصناف غير الهجين التى لا ترتفع أسعار تقاويها كثيرًا، وعلى الزراعات غير الصحراوية. وإذا استخدمت هذه المراقد الحقلية فإن الزراعة تكون فى أحواض مساحتها ٢ × ٢م، أو ٢ × ٣م على أن تُنثر البذور فى سطور تبعد عن بعضها بمسافة ١٥ سم. ويمكن أن تكون زراعة المشتل على قمة خطوط بعرض ٥٠ سم (أى يكون تخطيطها بمعدل ١٤ خطًا فى القصبتين)، تنثر عليها البذور فى شريط بعرض حوالى ١٥–٢٠ سم.

وتساعد تغطية المشتل حتى الإنبات – بشريحة من البوليثين – فى الجو البارد على إسراع الإنبات. ويفضل فى الأراضى الثقيلة تغطية أسطر الزراعة فى المشتل بالرمل، أو بمخلوط من الرمل والتربة بنسبة ١ : ١.

وتجب العناية بالشتلات عند تقليعها، وذلك لتقليل تقطيع الجذور إلى أقل درجة ممكنة. ويفضل إنتاج الشتلات فى أوعية ذات ثقوب مخروطية الشكل مثل السبيدلنج ترايز speedling trays حتى تحتفظ بجذورها كاملة عند الشتل.

هذا .. ولم تكن لتقسية شتلات الباذنجان – سواء أجريت بالتعطيش، أم ميكانيكيًا باللمس brushing – أى تأثير سلبى على محصول الباذنجان (Beverly & Latimer ١٩٩٤).

وقد أدت زيادة أعداد الجذور الجانبية لشتلات الباذنجان عند الشتل إلى إحداث زيادة جوهرية فى كل من قوة نمو النباتات والمحصول (Farghali ١٩٩٥).

إنتاج الشتلات المطعومة

من المعلوم أن نمو ومحصول الطُعم يتأثران بقوة الجذور فى الأصل وما تنتجه من سيتوكينين (عن Kanahama ١٩٩٤).

وقد كان نمو نباتات الباذنجان أفضل عندما طعمت على الأصل Taibyo VF (وهو الهجين *Solanum integrifolium* x *S. melongena*) وأصل الباذنجان القرمزى scarlet eggplant (*S. integrifolium*) عما لو كان عليه الحال عندما استعمل الأصل Senryo No. 2 (وهو *S. melongena*)، كما ازداد نمو الطعم عندما سمح بنمو ثلاث أوراق على الأصل (Shishido وآخرون ١٩٩٥). وقد حصل Oda وآخرون (١٩٩٧) على نتائج جيدة عندما استعملوا الباذنجان القرمزى كأصل، وكانت النباتات المطعومة بواسطة الروبوت (الإنسان الآلى) أقوى نموًا بعد الشتل من نظيرتها التى طُعِّمت يدويًا.

كما نجح استعمال الصنف الهندى الهجين داياتارو Diataro كأصل للباذنجان فى زيادة المحصول المبكر، فضلاً عن مقاومة الأصل لكل من الذبول البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum*، والذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum*. ولم يختلف المحصول الكلى للنباتات المطعومة على هذا الأصل عن تلك التى طعمت على الأصل *S. torvum* (Monma وآخرون ١٩٩٧).

ويعتبر *S. torvum* من أفضل الأصول لتطعيم الباذنجان نظرًا لمقاومته لنيماتودا تعقد الجذور، ولما يتميز به من مجموع جذرى قوى، ويؤدى استعماله كأصل إلى زيادة محصول الباذنجان (Morra ١٩٩٨).

تخزين الشتلات

أمكن تخزين شتلات الباذنجان – وهى فى الشتالات – لمدة ثلاثة أسابيع على

حرارة ٩ْم وإضاءة حوالى ٨ أو ١٦ ميكرومول/م^{2}/ثانية من الأشعة الضوئية النشطة فى علمية البناء الضوئى. وقد نجحت زراعة تلك الشتلات بعد فترة التخزين، ونمت دون مشاكل، علما بأنها كانت نشطة فى عملية البناء الضوئى خلال فترة التخزين. وبالمقارنة .. فقدت الشتلات التى خزنت للفترة ذاتها فى الظلام أو فى إضاءة شدتها ٢ ميكرومول/م^{2}/ثانية من الأشعة الضوئية النشطة فى عملية البناء الضوئى .. فقدت هذه الشتلات جزءًا من وزنها أثناء التخزين، وانخفضت نسبة نجاحها فى الشتل، ونقص معدل نموها بعد الشتل (Kozai وآخرون ١٩٩٦).

التكاثر بالترقيد

يعتبر الباذنجان من الخضروات التى يمكن إكثارها بسهولة بالترقيد، حيث يُغطَى جزء من ساق النبات بالتربة مع المحافظة على ترطيبها، فتتكون جذورًا فى هذا الجزء من الساق، وحينئذ يمكن فصل الفرع المُرقَد عن النبات الأم؛ فيصبح بذلك نباتًا جديدًا. وتتكون الجذور بسرعة أكبر عند معاملة العقل الساقية بالأوكسينات، مثل: إندول حامض الخليك (IAA)، ونفثالين حامض الخليك (NAA). وبرغم أن هذه الطريقة فى تكاثر الباذنجان لاتتبع تجاريًا، إلا أنها قد تستعمل فى الأغراض البحثية، وفى الحدائق المنزلية لإكثار الهجن المرتفعة الثمن.

الزراعة فى الحقل الدائم

أولاً: الزراعة فى الأراضى الثقيلة مع الرى بالغمر

يشتل الباذنجان فى الحقل الدائم على خطوط بعرض ٩٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ٨ خطوط فى القصبتين)، ويكون الشتل فى وجود الماء، وعلى مسافة ٤٠–٦٠ سم بين النباتات فى الخط، ويتوقف ذلك على قوة النمو الخضرى للصنف. فتكون المسافة مثلاً ٤٠ سم فى الصنف الأبيض الطويل، و ٥٠ سم فى الصنف الأسود الطويل، و ٦٠ سم فى الصنف الرومى.

ثانيًا: الزراعة فى الأراضى الصحراوية

تتوقف مسافات الزراعة على نظام الرى المتبع، كما يلى:

١ – فى حالة الرى بالغمر .. تكون الخطوط بعرض ٩٠ سم، والشتل على ريشة

واحدة على مسافة ٤٠-٦٠ سم بين النباتات حسب قوة النمو الخضرى للصنف المستخدم فى الزراعة.

٢ - فى حالة الرى بالرش .. تفضل زراعة النباتات متبادلة - فى خطوط مزدوجة - على مسافة ٥٠ سم بين النباتات فى الخط الواحد، و ٥٠ سم بين كل خطين متجاورين (خط مزدوج)، و ١٧٠ سم بين منتصف الخطوط المزدوجة.

٣ - فى حالة الرى بالتنقيط (وهو النظام المفضل لرى الباذنجان فى الأراضى الصحراوية) .. تفضل الزراعة بنفس الطريقة فى حالة الرى بالرش، مع جعل خرطوم (أنبوب) الرى فى منتصف خطوط الزراعة المزدوجة. وبذا .. تكون النباتات متبادلة حول خطوط الرى، وعلى مسافة ٥٠ سم من بعضها فى الخط الواحد، بينما تفصل مسافة ٥٠ سم بين كل خطين متجاورين (خط مزدوج حول خرطوم الرى)، و ١٧٠ سم بين خطوط الرى (منتصف الخطوط المزدوجة).

مواعيد الزراعة

يزرع الباذنجان فى أربع عروات، كما يلى:

١ - العروة الصيفية المبكرة:

تزرع البذور من شهر يناير إلى منتصف شهر فبراير تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة، ويكون الشتل خلال شهرى مارس، وأبريل، وتعطى محصولها خلال شهرى يونيو ويوليو.

٢ - العروة الصيفية:

تزرع البذور فى فبراير ومارس، وتشتل البادرات فى أبريل ومايو، وتعطى محصولها من أواخر شهر يونيو إلى نهاية شهر أغسطس.

٣ - العروة الخريفية:

تزرع البذور خلال شهر يونيو، مع حمياتها من الحرارة العالية بتغطية المشاتل بالحصر، أو بشباك البلاستيك لحين إنبات البذور، مع استمرار استخدام الشباك فى التظليل الجزئى للبادرات الصغيرة بعد الإنبات. تشتل البادرات فى يوليو وأغسطس، وتعطى محصولها خلال الفترة من سبتمبر إلى نوفمبر.

٤ – العروة الشتوية :

تقتصر الزراعة فى هذه العروة على المناطق ذات الشتاء الدافئ فقط، وعلى الأصناف القادرة على العقد البكرى فقط، تزرع البذور فى شهر أكتوبر، وتشتل تحت الأنفاق البلاستيكية فى شهرى نوفمبر وديسمبر، مع استعمال أغطية بلاستيكية للتربة. وعندما يصل النمو النباتى إلى قمة النفق .. يكتفى باستعمال الغطاء البلاستيكى كساتر ضد الهواء البارد من أعلى النباتات، ومن الجانب الذى تهب منه الرياح فقط، وتعطى العروة محصولها خلال الفترة من مارس إلى مايو.

عمليات الخدمة الزراعية

الترقيع

يتم ترقيع الجور الغائبة أثناء رية "المحاياة"، أو أثناء الرية التالية لها على ألا تزيد الفترة بين الشتل والترقيع عن ١٥ يومًا حتى تكون جميع النباتات فى الحقل متقاربة فى نموها.

العزق

يكون العزق سطحيًا، ويجرى بغرض التخلص من الأعشاب الضارة، مع نقل جزء من تراب جانب الخط غير المزروع إلى الجانب المزروع حتى تصبح النباتات فى وسط الخط تقريبًا. ويتم ذلك بصورة تدريجية على مدى ٣–٤ عزقات. ويتوقف العزق عندما تكبر النباتات وتغطى الخطوط.

استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة

يستجيب الباذنجان لاستعمال الأغطية البلاستيكية السوداء، حيث يزيد المحصول جوهريًا (Carter & Johnson ١٩٨٨). وعلى الرغم من أن استعمال تلك الأغطية يجعل الإصابة بمرض ذبول فيرتسيلليم أسرع – عند وجود الفطر المسبب للمرض فى التربة – مما فى حالة ترك التربة مكشوفة .. إلا أن النباتات النامية فى التربة المغطاة تكون أقوى نموًا، كما تكون أعلى محصولاً عند تسميدها جيدًا بالنيتروجين (Elmer & Ferrandino ١٩٩١).

وفى مصر .. وجد Farghali (١٩٩٤) أن استعمال أغطية التربة البلاستيكية السوداء أو البيضاء أدى إلى زيادة المحصول المبكر والمحصول الكلى للباذنجان، مع زيادة فى النمو الخضرى للنباتات.

كذلك أدى طلاء سطح التربة بطلاء فضى اللون إلى زيادة عدد الثمار والمحصول جوهريًّا، مقارنة بمعاملات الطلاء بالألوان الأخرى (الأسود، والأبيض، والأحمر، والأزرق، والأصفر) والكنترول بدون طلاء. وقد تلى الطلاء الفضى فى التأثير الإيجابى على المحصول كلا من الطلاء الأزرق والطلاء الأبيض (Mahmoudpour & Stapleton ١٩٩٧).

الرى

يفيد رى الأرض قبل الشتل فى تعميق النمو الجذرى، ويفيد تقليل الرى بعد الشتل فى تحسين نمو الشتلات وزيادة المحصول (Kanahama ١٩٩٤)؛ لأن تقليل الرى فى تلك المرحلة من النمو يفيد كثيرًا فى تكوين مجموع جذرى متعمق فى التربة.

توالى النباتات بالرى المنتظم بعد ذلك، خاصة أثناء الإزهار وعقد الثمار، وذلك لأن نقص الرطوبة الأرضية فى هذه الأثناء يؤدى إلى سقوط الأزهار والثمار الحديثة العقد، كما يؤدى نقص الرطوبة أثناء نمو الثمار إلى اكتسابها لطعم لاذع.

كما وجد Bletsos وآخرون (١٩٩٩) أن نقص الرطوبة الأرضية أدى – إلى جانب نقص المحصول المبكر والكلى للباذنجان – إلى فقد الثمار لبريقها ولمعانها، وإلى بهتان لونها.

هذا .. ويمكن رى حقول الباذنجان بالغمر، وبالرش، وبالتنقيط، ولكن تفضل طريقة الرى بالتنقيط فى الأراضى الصحراوية.

التسميد

تعرف الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

تبعًا لـ Hochmuth وآخرين (١٩٩٣ و ١٩٩٤)، فإن مستوى البوتاسيوم الحرج فى

الأوراق كان ٤,٥٪ عند بداية الإزهار، و ٣,٥٪ عند بداية الإثمار، و ٣,٠٪ أثناء الحصاد، و ٢,٨٪ فى نهاية فترة الحصاد. وبالمقارنة .. كان مستوى البوتاسيوم الحرج فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق (بالجزء فى المليون) ٤٥٠٠-٥٠٠٠ قبل الحصاد، و ٤٠٠٠-٤٥٠٠ أثناء الحصاد، وكان تركيز قدرة ٣٥٠٠ جزء فى المليون أثناء الحصاد دليلاً على نقص العنصر. ويستدل مما سبق بيانه على وجود ارتباط بين نتائج تقدير البوتاسيوم فى الأوراق بطرق التحليل المختبرية العادية، وفى العصير الخلوى لأعناق الأوراق، مع انخفاض مستوى البوتاسيوم فى النبات بتقدم النباتات فى العمر.

وقد قدر مستوى الكفاية من عنصرى النيتروجين والبوتاسيوم فى المراحل العمرية المختلفة لنبات الباذنجان، كما يلى (Hartz & Hochmuth ١٩٩٦).

مرحلة النمو	تحليل الأوراق على أساس الوزن الجاف (٪)		تحليل العصير الخلوى لأعناق الأوراق (جزء فى المليون)	
	N	K	نيتروجين نتراتى	K
أول الثمار بطول ٥ سم	٤,٥-٥,٥	٤,٥-٦,٠	١٢٠٠-١٦٠٠	٤٥٠٠-٥٠٠٠
بداية الحصاد	٤,٥-٥,٠	٣,٥-٥,٠	١٠٠٠-١٢٠٠	٤٠٠٠-٤٥٠٠
منتصف موسم الحصاد	٣,٥-٤,٥	٣,٠-٤,٠	٨٠٠-١٠٠٠	٣٥٠٠-٤٠٠٠

الاستجابة للتسميد

١ - المخلفات العضوية (الأوراق النباتية) غير المتحللة:

أدت إضافة الأوراق النباتية غير المتحللة إلى حقول الباذنجان قبل الشتل إلى نقص المحصول جوهريًّا مقارنة بإضافة كومبوست تام التحلل، ولم يكن مرد ذلك التأثير إلى نقص فى مستوى النيتروجين الميسر فى التربة، حيث كان تركيز النيتروجين متماثلاً فى كلتا الحالتين، نظرًا لإعطاء المعاملتين كميات كافية ومتماثلة من الأسمدة الكيميائية. ويبدو أن التأثير السلبى لإضافة الأوراق النباتية غير المتحللة كان مرده إلى المركبات الفينولية التى تسربت من تلك الأوراق إلى التربة (Maynard ١٩٩٧).

٢ - العناصر الكبرى:

تحصل ثمار الباذنجان على نحو ٤٥-٦٠٪ من كمية النيتروجين الكلية التى تمتصها

النباتات، ونحو ٥٠–٦٠٪ من الفوسفور الكلى، و ٥٥–٧٠٪ من البوتاسيوم الكلى. وتحتاج النباتات إلى تغذية متوازنة ومستمرة من هذه العناصر الأولية حتى نهاية موسم الحصاد؛ ولذا فإنها تستجيب جيدًا للتسميد مع مياه الرى بالتنقيط. ويفضل الباذنجان النيتروجين النتراتي عن النيتروجين الأمونيومى، الذى يؤدى إلى نقص معدل النمو النباتى (Hegde ١٩٩٧).

يؤدى استعمال المصادر النشادرية فقط كمصدر للنيتروجين عند تسميد الباذنجان إلى انخفاض معدل البناء الضوئى خلال المراحل المبكرة للنمو النباتى، وحدوث تقزم فى النمو، مع ظهور اصفرار فيما بين العروق فى نصل الأوراق السفلى، وميل الأوراق لأسفل leaf epinasty، وظهور تحلل فى حوافها، ويتبع ذلك ذبول النباتات، وسقوط الأوراق، وتكوين بقع متحللة على السيقان ونقص فى نموها، مع نقص مماثل فى نمو الجذور، والثمار. وتزداد حدة هذه الأعراض فى ظروف الإضاءة الضعيفة عنها فى الإضاءة القوية، وفى النباتات الصغيرة خلال مراحل النمو السريع للثمار (Claussen & Lenz ١٩٩٥). هذا إلا أن توفير ٣٠٪ – فقط – من النيتروجين فى صورة نشادرية أدى إلى زيادة كفاءة استخدام الماء، وزيادة انطلاق كاتيون الأيدروجين (H^+) من الجذور؛ الأمر الذى أبقى على الـ pH فى المدى المناسب للنمو النباتى (Elia وآخرون ١٩٩٧).

وفى الزراعات المحمية .. أدت زيادة معدلات التسميد الفوسفاتى– على صورة حامض فوسفوريك – من ٢٤ إلى ٣٦ جم P لكل متر مربع إلى زيادة استفادة نباتات الباذنجان من زيادة معدل التسميد الآزوتى – على صورة نترات بوتاسيوم – من ١٥ إلى ٣٠ جم N/م²، وإلى زيادة نسبة المحصول الصالح للتسويق (Lopez-Cantarero ١٩٩٧).

وقد درس Hochmuth وآخرون (١٩٩٣) استجابة الباذنجان لمستويات مختلفة من التسميد بالبوتاسيوم فى أراضٍ رملية فقيرة فى محتواها من العناصر. كان أعلى محصول (٥١,١ طن للهكتار أو ٢١,٥ طن للفدان) عند التسميد بمقدار ٩٤ كجم K للهكتار (١١٣,٢ كجم K_2O للهكتار أو حوالى ٤٧,٦ كجم K_2O للفدان) فى العروة الربيعية، بينما كان أعلى محصول فى العروة الخريفية (٥٣,٣ طن للهكتار، أو نحو ٢٢,٣ طن للفدان) عند التسميد بمقدار ٦٠ كجم K للهكتار (٧٢,٣ كجم K_2O للهكتار أو حوالى ٣٠,٤ كجم K_2O للفدان).

٣ – العناصر الصغرى:

يؤدى نقص البورون إلى اصفرار قمة الأوراق الصغيرة المكتملة التكوين؛ الأمر الذى يحدث عندما يكون تركيز البورون أقل من ٢٠ ميكرومولاً (Kreij & Basar ١٩٩٧).

معدلات التسميد

يسمد الباذنجان بنحو ٢٠–٣٠م[٣] من السماد البلدى القديم، و ٨٠–١٠٠ كجم نيتروجينًا N، و ٤٥–٦٠ كجم فوسفورًا (P_2O_5)، و ٨٠–١٠٠ كجم بوتاسيوم (K_2O) للفدان.

ويتوقف برنامج التسميد على طبيعة التربة وطريقة الرى. ففى الأراضى الثقيلة التى تروى بالغمر يضاف السماد العضوى ومعه نحو ١٠٠ كجم سلفات نشادر (٢٠ كجم N)، و ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات (٤٥ كجم P_2O_5)، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (٢٥ كجم K_2O) للفدان قبل الزراعة. وتفضل إضافة هذه الأسمدة فى باطن خطوط الزراعة، ثم يردّم عليها بنحو ٢٥ سم من التربة، على أن تستعمل فى الزراعة ريشة (جانب) الخط الذى تم الترديم عليها، والتى أصبحت تقع أعلى مستوى الأسمدة المضافة. أما باقى الأسمدة الكيميائية فإنها تضاف تكبيشًا إلى جانب النباتات أثناء نموها مع الترديم عليها فى كل مرة. تكون مواعيد إضافة هذه الأسمدة بعد الشتل بنحو ثلاثة أسابيع، ثم بعد ذلك بنحو شهر وشهرين، على النحو التالى:

يضاف فى الدفعة الأولى ١٠٠ كجم سلفات نشادر (٢٠ كجم N)، و ١٠٠ كجم سوبر فوسفات (١٥ كجم P_2O_5)، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (٢٥ كجم K_2O) للفدان.

يضاف فى الدفعة الثانية ١٠٠ كجم نترات نشادر (حوالى ٣٣ كجم N)، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (٢٥ كجم K_2O) للفدان.

يضاف فى الدفعة الثالثة ٧٥ كجم نترات نشادر (٢٥ كجم N)، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (٢٥ كجم K_2O) للفدان.

وإذا كانت التربة خفيفة مع استمرار الرى بالغمر تفضل إضافة الأسمدة التى أسلفنا بيانها على ٦ دفعات بدلاً من ثلاث، على أن يبدأ التسميد بعد الشتل بنحو أسبوعين

وفى الأراضى الصحراوية التى تروى بطريقة التنقيط، أو بالرش، أو بالغمر تعطى حقول الباذنجان برامج للتسميد مماثلة لتلك التى أسلفنا بيانها تحت الفلفل.

وقد أوصى Hartz & Hochmuth (١٩٩٦) ببرنامج للتسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم مع مياه الرى بالتنقيط فى الأراضى الرملية بفلوريدا، كما يلى:

مرحلة النمو	الفترة بالأسبوع	معدل التسميد بالعنصر (كجم/فدان/يوم)	
		N	K_2O
١	٢	٠,٤٦	٠,٤٦
٢	٢	٠,٧١	٠,٧١
٣	٦	٠,٩٢	٠,٩١
٤	٣	٠,٧١	٠,٧١

هذا مع العلم أن الزراعة كانت بالشتل، والمسافة بين الخطوط ١,٨م. وقد بلغ إجمالى احتياجات النباتات من العنصرين فى ظل هذه الظروف حوالى ٧٥ كجم من كل من النيتروجين والبوتاسيوم للفدان، متضمنة الكميات التى أضيفت مع الأسمدة السابقة للزراعة.

التعقير

تجرى عملية التعقير عادة على الصنف الأسود الطويل لأنه أكثر الأصناف تحملاً للحرارة المنخفضة، وكذلك فى العروة الخريفية المزروعة فى المناطق الدافئة، والتى تشتل نباتاتها فى شهر أغسطس. تُحصد ثمار هذه العروة مرة، أو مرتين، ثم يمنع عنها الرى أثناء الشتاء، وتقلم النباتات فى منتصف شهر يناير بقص الأفرع الميتة، والقريبة من الأرض، ويُقرط الثلث العلوى من الأفرع الأخرى الباقية، ثم تهدم الخطوط، وينثر السماد البلدى القديم بمعدل ٢٠ طنًّا للفدان، ويعزق فى الأرض عزقًا خفيفًا، ثم تقام الخطوط، وتقسم الأرض إلى "فِرَدْ"، و "حواويل" من جديد، ويتم ذلك حوالى آخر يناير. وفى أوائل فبراير .. يروى الحقل ريًّا خفيفًا فتنمو النباتات، وتزهر، وتثمر مبكرًا حيث تعطى محصولها فى شهرى مارس، وأبريل.

وعلى الرغم من أن الثمار الناتجة تكون صغيرة الحجم، وغير منتظمة الشكل، كما تكون النباتات غالبًا مصابة بالأمراض، إلا أن عملية التعقير تعتبر اقتصادية نظرًا لارتفاع الأسعار خلال فترة الحصاد. هذا .. وقد يحتاج الأمر إلى حماية النباتات في الجهات المكشوفة بالتزريب عليها خلال فصل الشتاء (سرور وآخرون ١٩٣٦، الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

إنتاج الباذنجان تحت الأنفاق البلاستيكية المنخفضة

لاينتج الباذنجان تحت الأنفاق البلاستيكية بالطريقة العادية إلا نادرًا؛ وذلك لسببين: شدة حساسية النبات للبرودة، ووصول النمو النباتي إلى ارتفاعات تزيد على ارتفاع الأنفاق. وعلى الرغم من ذلك .. فقد يكون من المفيد استخدام تلك الأنفاق في المواسم التي ترتفع فيها الأسعار، مع مراعاة ما يلي:

١ – قصر الزراعة على المناطق المعتدلة البرودة، أو الدافئة نسبيًا.

٢ – الزراعة في خطوط فردية تبعد عن بعضها بمقدار ١٥٠ سم، مع مسافة ٥٠ سم بين النباتات في الخط.

٣ – استعمال أغطية بلاستيكية شفافة للتربة.

٤ – يكتفي باستعمال الغطاء البلاستيكي للنفق كساتر ضد الهواء البارد من أعلى النباتات، ومن الجانب الذي تهب منه الرياح فقط، وذلك حينما يصل النمو النباتي إلى قمة النفق.

الفسيولوجي

تأثير معاملات منظمات النمو

أدى نقع بذور الباذنجان في محلول من منظم النمو 2-(3,4-dichlorophenoxy) triethylamine hydrochloride (اختصارًا: DCPTA) بتركيز ٣ أو ٣٠ ميكرومول لمدة ٦ ساعات على حرارة ٢٢°م – قبل زراعتها – إلى زيادة نسبة عقد الثمار، وزيادة المحصول المبكر، وتركيز مرحلة النضج، مع زيادة المحصول الكلي كثيرًا، حيث كان ٤٤٨,٥ جم/نبات عند استعمال تركيز ٣٠ ميكرومول من منظم النمو، مقارنة بمحصول

٢٩٧,١ جم/نبات عندما كان التركيز المستعمل ٣ ميكرومول و ١٤٢,٢ جم/نبات فى معاملة الكنترول (Kobayashi وآخرون ١٩٩١).

تأثير المعاملة بالميكويرزا

أدت المعاملة بأى من فطرى الميكوريزا *Trichoderma viride*، أو *T. koningii*، إلى تحسين نسبة إنبات بذور الباذنجان وزيادة معدل نمو النباتات (Martins-Corder & Melo ١٩٩٧).

تأثير ملوحة التربة ومياه الرى

يتأثر نمو ومحصول الباذنجان سلبيًا بارتفاع الأملاح؛ ففى المزارع اللاأرضية أدت زيادة ملوحة المحلول المغذى (ذات درجة التوصيل الكهربائى ٢,١ مللى موز/سم) إلى ٤,١ مللى موز/سم بإضافة كلوريد الصوديوم إلية إلى نقص وزن الثمرة والمحصول الكلى، حيث انخفض المحصول من ١١,٩ كجم/نبات فى الكنترول إلى ٩,٥ كجم/نبات عند توصيل كهربائى مقداره ٢,١ مللى موز/سم، وإلى ٦,٠ كجم/نبات عند توصيل كهربائى مقداره ٨,١ مللى موز/سم، بينما قلّت المساحة الورقية عند توصيل كهربائى مقداره ٦,١ مللى موز/سم أو أعلى من ذلك. كذلك ازداد محتوى الثمار من المادة الجافة بزيادة ملوحة المحلول المغذى (Savvas & Lenz ١٩٩٤أ)، كما ازداد محتواها من الصوديوم والكلور، بينما لم يتأثر محتواها من البوتاسيوم بزيادة ملوحة المحاليل المغذية حتى ١٥٠ مللى مول كلوريد صوديوم (Chartzoulakis ١٩٩٥).

وفى دراسة لاحقة وجد Savvas & Lenz (١٩٩٦) أن زيادة تركيز الأملاح إلى ٦٠ مللى مول كلوريد صوديوم فى المحلول المغذى أدت إلى نقص المحصول، ولكن دون أن تظهر على النباتات أية أعراض لعيوب فسيولوجية. وبينما أدت زيادة الملوحة إلى تركيز الصوديوم فى الجذور والأوراق المسنة، فإن العنصر لم يتراكم إلا بدرجة بسيطة فى الثمار والأوراق الحديثة فى هذه الظروف. وكانت زيادة الملوحة مصاحبة بنقص فى محتوى الثمار والأوراق المسنة من عنصر الكالسيوم.

وفى تربة طينية طميية أدى رى الباذنجان بمحلول كلوريد صوديوم بتركيز ١٪ إلى

نقص معدل البناء الضوئى بمقدار ٥٢٪ مقارنة بمعاملة الكنترول التى رويت فيها النباتات بالماء العذب، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى درجة توصيل الثغور، ونقص فى كثافة النمو الجذرى، كما أدت هذه المعاملة إلى نقص ارتفاع النبات بمقدار ٣٠٪، والمساحة الورقية بنسبة ٥٥٪، ومحتوى الأوراق من المادة الجافة بمقدار ٤٠٪، والمحصول الصالح للتسويق بنسبة ٥٥٪، ومحتوى الأوراق من المادة الجافة بمقدار ٤٠٪، والمحصول الصالح للتسزيق بنسبة ٥٥٪، والمحصول الكلى بنسبة ٣٢٪ (Pascale وآخرون ١٩٩٥).

وإلى جانب نقص المحصول الصالح للتسويق من ٤٣,٩ طن للهكتار (١٨,٤ طن للفدان) عند الرى بمياه عذبة إلى ١٩,١ طن للهكتار (٨,٠ طن للفدان) عند الرى بمحلول ١٪ كلوريد صوديوم، فإن الرى بالمحلول الملحى أدى كذلك إلى: نقص طول الثمرة، وزيادة صلابة لب الثمرة، ونقص محتواها من الرطوبة، وزيادة الحموضة المعايرة، والسكريات المختزلة، والرماد فى لب الثمرة، بينما انخفض محتواها من حامض الأسكوربيك. وقد أدت الملوحة العالية إلى تقصير فترة صلاحية الثمار للتخزين فى الظروف العادية، بسبب سرعة تلون الأنسجة الداخلية للثمار المنتجة فى هذه الظروف باللون البنى (Sifola وآخرون ١٩٩٥).

وعندما زرعت بذور الباذنجان فى مخلوط من الرمل والبرليت بنسبة ١ : ٣ وكان الرى بمحلول هوجلند المغذى المضاف إليه كلوريد الصوديوم بتركيزات وصلت إلى ١٥٠ مللى مول .. وجد ما يلى:

١ – أدت زيادة تركيز كلوريد الصوديوم حتى ٥٠ مللى مول إلى تأخير إنبات البذور، ولكن هذا التركيز لم يؤثر على نسبة الإنبات النهائية.

٢ – نقصت نسبة إنبات البذور جوهريًا عندما استعمل تركيز ١٠٠، و ١٥٠ مللى مول من كلوريد الصوديوم .

٣ – نقص ارتفاع النبات ونقصت المساحة الورقية بزيادة تركيز الأملاح حتى ٢٥ مللى مول أو أعلى من ذلك.

٤ – ازداد تركيز الصوديوم والكلور بزيادة تركيز الملوحة.

٥ – ارتبط معدل البناء الضوئى سلبيًا مع تركيز كل من الصوديوم والكلور فى الأوراق المسنة، ولكن لم يظهر هذا الارتباط فى الأوراق الحديثة حتى تركيز ١٥٠ مللى مول كلوريد صوديوم.

٦ – كان النقص فى المحصول الكلى بنسبة ٢٣٪، و ٤١٪، و ٦٩٪، و ٨٨٪ عند مستويات ملوحة ٢٥، و ٥٠، و ١٠٠، و ١٥٠ مللى مول كلوريد صوديوم، على التوالى.

٧ – انخفض عدد الثمار وحجمها بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم (Chartzoulakis & Loupassaki ١٩٩٧).

أضرار الإضاءة المستمرة

يؤدى تعرض نباتات الباذنجان لإضاءة مستمرة إلى اصفرار الأوراق، ويرتبط ذلك بأيض المواد الكربوهيدراتية؛ إذ أن حجب غاز ثانى أكسيد الكربون لعدد من الساعات يوميًا – فى ظروف الإضاءة المستمرة – يؤدى إلى تأخير ظهور أعراض الاصفرار وضعف شدته (Murage وآخرون ١٩٩٦ أ). هذا .. ولم يرافق هذا الإصفرار أى اختلاف فى محتوى الأوراق من البوتاسيوم، أو المغنيسيوم، أو الكالسيوم (Murage وآخرون ١٩٩٦ ب).

وفى دراسة لاحقة وُجِدَ (Murage وآخرون ١٩٩٧) أن الاصفرار الشديد يحدث عند التعرض لإضاءة مستمرة من الضوء الأزرق أو الأحمر، وأن شدة الاصفرار تتناسب طرديًّا مع شدة الإضاءة، وأنها تقل حدة عند تعريض النباتات لحرارة منخفضة مقدارها ١٥°م لمدة ١٢ ساعة يوميًّا. وكان الاصفرار الشديد مصاحبًا بتحلل فى الأنسجة، ونقص فى محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلى وكلوروفيل أ، و ب. ويستفاد من ذلك كله أن ظاهرة الاصفرار ترتبط بنشاط البناء الضوئى أو أيض الكربون فى النبات. وكانت أولى التغيرات الفسيولوجية المؤدية إلى الاصفرار – والتى ظهرت ابتداء من اليوم الثانى من التعرض للإضاءة المستمرة (بينما لاتظهر أعراض الاصفرار قبل اليوم الرابع) – زيادة فى نشاط إنزيمات مضادات الأكسدة: superoxide dismutase، و catalase، و peroxidase (Murage & Masuda ١٩٩٧).

تأثير الرطوبة النسبية

لم يتأثر نمو نباتات الباذنجان بالرطوبة النسبية، ولكن الرطوبة النسبية المرتفعة ليلاً ونهارًا (فرق فى ضغط بخار الماء Vapour Pressure Deficit قدره ٠,٢٤ كيلو باسكال ليلاً، و ٠,٤٤ كيلو باسكال نهارًا) أدت إلى نقص المحصول، وكان مرد هذا النقص هو انخفاض عدد الثمار. هذا .. بينما كان متوسط وزن ثمرة الباذنجان أكبر عندما كانت الرطوبة النسبية مرتفعة نهارًا. وبالمقارنة .. فإن الرطوبة النسبية المنخفضة ليلاً ونهارًا (فرق فى ضغط بخار الماء قدره ٠,١٩ كيلو باسكال ليلاً، و ١,١٨ كيلو باسكال نهارًا) أدت إلى جفاف كأس الثمرة. ولم يكن للرطوبة النسبية المرتفعة أية تأثيرات سلبية على جودة الثمار، ولكنها أدت إلى زيادة الإصابة بفطر البوتريتس *Botrytis cinerea* (Bakker ١٩٩٠).

عقد الثمار

تظهر مشاكل عدم التلقيح الكافى – أحيانًا – حينما يقل إنتاج حبوب اللقاح، وتنخفض حيويتها، أو عندما تفشل المتوك فى التفتح. وعلى الرغم من أن زيادة أعداد حبوب اللقاح الخصبة المتوفرة للتلقيح تؤدى إلى زيادة عقد الثمار وعدد البذور فيها، فإنه نادرًا ما تتخذ أية إجراءات خاصة لتحسين التلقيح – مثل توفير خلايا النحل، أو هز الأزهار – فى الزراعات المحمية.

ولايؤدى خف أزهار الباذنجان إلى تحسين عقد الأزهار المتبقية، ولايؤثر على حجم الثمار التى سبق عقدها.

وتعقد ثمار الباذنجان فى دورات تتوافق مع دورات الإزهار والتغيرات فى مورفولجى الأزهار، حيث تزاد نسبة الأزهار ذات الأقلام القصيرة – التى ينعدم فيها العقد – بشدة – فى نهاية كل دورة. وتتأثر هذه الدورات بالحمل الغزير، وقوة النمو الخضرى. وتؤدى جميع العوامل البيئية غير المناسبة – مثل الحرارة المنخفضة، وظروف الجفاف، وسوء التغذية، والإضاءة الضعيفة، والإصابات المرضية والحشرية التى تجرد النبات من جزء كبيرة من أوراقه – تؤدى جميع هذه العوامل إلى سقوط الأزهار (Nothmann ١٩٨٦).

وقد وجد تحت ظروف الحرارة العالية، وقلة حركة الهواء، وانعدام النشاط الحشرى

فى البيوت المحمية أن عقد الثمار يرتبط بموقع الميسم من المنافذ التى تخرج منها حبوب اللقاح فى المتوك؛ فكان العقد أعلى ما يمكن عندما كان الميسم قريبًا منها؛ بينما انعدم العقد عندما كانت المياسم تحمل على أقلام قصيرة (أقل من ٠,٥ سم) وتقع أسفل منافذ خروج حبوب اللقاح، وانخفضت نسبة العقد عندما كانت المياسم تحمل على أقلام طويلة (أكثر من ١,٢ سم)، وتقع أعلى منافذ خروج حبوب اللقاح بأكثر من ٠,٢ سم. كذلك ارتبطت نسبة العقد بكل من حجم الثمار ومحتواها من البذور، ولكن ذلك لم يؤثر على نوعية البذور (Passam & Bolmatis ١٩٩٧).

وتحفز المعاملة ببعض منظمات النمو مثل حامض الجبريلليك والأوكسينات وغيرها .. تحفز أزهار الباذنجان على العقد، ويكون تأثيرها أوضح ما يمكن على الأزهار ذات الأقلام الطويلة، وبدرجة أقل على الأزهار ذات الأقلام المتوسطة الطول، بينما يكون تأثيرها محدودًا على الأزهار ذات الأقلام القصيرة. وتختلف الأصناف فى استجابتها لمعاملات منظمات النمو (Nothmann ١٩٨٦). وينشط النمو الثمرى ويزداد معدله بالمعاملة بمنظمات النمو.

العقد البكرى

يعد العقد البكرى للثمار من الظواهر المعروفة فى الباذنجان، والتى يزداد معدل حدوثها فى الحرارة المنخفضة، وبالمعاملة ببعض منظمات النمو، مثل حامض الجبريلليك، ونفثالين حامض الخليك، وال 2,4-D، و 2,4,5-T، وهى صفة وراثية كمية (أى يتحكم فيها عدة جينات)، حيث تظهر بدرجات متفاوتة فى الأصناف المختلفة.

وتتفاوت ظاهرة العقد البكرى فى شدتها فى الصنف الواحد – كذلك – حسب درجة الحرارة السائدة. ففى الجو الأكثر برودة شتاء تؤدى معاملة الأزهار بحامض الجبريليك إلى إنتاج ثمار خالية تمامًا من البذور. وفى الجو الأقل برودة – كما فى نهاية فصل الخريف وبداية الربيع – تؤدى المعاملة ببعض الأوكسينات إلى تحفيز نمو البويضات – بعد تفتح الأزهار – دون إخصاب؛ فتتكون أغلفة بذرية خالية من الأجنة، ينتهى بها الأمر – فيما بعد – إلى الاضمحلال والانكماش. وقد تظهر كلتا الظاهرتين فى مبايض الزهرة الواحدة (Nothmann ١٩٨٦).

وقد أدى تلقيح الأزهار أو معاملتها بمنظم النمو 4-chlorophenoxyacetic acid (اختصارًا 4-CPA) إلى زيادة محتوى الثمار العاقدة من الهرمون إندول حامض الخليك IAA ويبدو أن هذا الهرمون يلعب دورًا فى تمثيل الإنزيم soluble acid invertase الذى قد يحفز نمو الثمار (Lee وآخرون ١٩٩٧ أ). وفى دراسة لاحقة (Lee وآخرون ١٩٩٧ ب) وُجِدَ أن إندول حامض الخليك يحفز نشاط الإنزيم acid invertase، وأن الزيادة فى تركيز السكروز تحفز نشاط الإنزيم sucrose synthase، الأمر الذى يحفز نمو الثمار.

كذلك أدت معاملة أزهار الباذنجان بمنظم النمو نفثالين حامض الخليك NAA فى ظروف الحرارة المنخفضة إلى زيادة عدد الثمار العاقدة، وزيادة أحجامها، مع زيادة فى قطر الثمار وصلابتها (Leonardi & Romano ١٩٩٧).

وعلى الرغم من أن مبايض أزهار أصناف الباذنجان ذات القدرة الاختيارية على تكوين ثمار بكرية facultatively parthenocarpic لاتختلف فى محتواها من الأوكسين IAA عن مبايض أزهار الأصناف غير القادرة على العقد البكرى، إلا أن نمو مبايض أزهار الأصناف الأولى (ذات القدرة على العقد البكرى) يحدث بسبب استمرار تواجد تركيز عالٍ من الأوكسين فيها بعد العقد بخلاف ثمار الأصناف غير القادرة على العقد البكرى (Ikeda وآخرون ١٩٩٩).

نمو الثمار

تتبع ثمار الباذنجان فى نموها شكل منحنى الزيجمويد sigmoid pattern، ويكون النمو بطيئًا فى الحرارة المنخفضة. كما توجد علاقة طردية بين معدل نمو الثمار وحجمها النهائى وبين عدد البذور فيها، ولذلك علاقة بدرجة الحرارة السائدة عند العقد، حيث يقل عقد البذور كلما انخفضت درجة الحرارة.

ويزداد الوزن النوعى للثمار، كما تزداد قليلاً صلابة الثمار غير الناضجة أثناء نموها.

ويؤدى عقد الثمار ونموها إلى تحفيز عملية البناء الضوئى فى النبات. وتحصل الثمار

أثناء نموها على أكثر من ٩٠٪ من الغذاء المجهز، ويترتب على ذلك ضعف النمو الخضرى والجذرى، ونقص محتوى الأوراق من المواد الكربوهيدراتية (Nothmann ١٩٨٦).

لون الثمار

تباين اللون

يتحدد لون ثمرة الباذنجان بكل من لون الجلد، ولون اللب، وتؤدى التوافقات المختلفة من لونيهما إلى ظهور تدرجات كثيرة من التلوين فى الثمار غير الناضجة فسيولوجيًّا.

ونظرًا لأن اللب الداخلى يكون دائمًا أبيض اللون أو أبيض مصفر قليلاً؛ لذا فإن الجزء الخارجى من لب الثمرة هو الذى يؤثر فى لونها النهائى. ويتباين لون هذا الجزء بين الأبيض، والأخضر، والأبيض المخطط. هذا بينما يتراوح لون جلد الثمرة بين الشفاف، والأرجوانى، والأرجوانى المخطط.

وقد تكون الثمرة لامعة أو غير لامعة، ومتجانسة اللون، أو مخططة، أو مبقعة، أو ذات أكتاف خضراء وغير منتظمة التلوين.

قد يبدأ تلوّن الثمرة فى مرحلة مبكرة جدًّا إلى درجة أن المبيض قد يكون ملونًا من قبل تفتح الزهرة، ولكن التلوين يبدأ – غالبًا – بعد أيام من تفتح الزهرة. وتصل دكنة اللون إلى أقصى شدة لها بعد نحو ثلاثة أسابيع – أى عندما تصل الثمار إلى مرحلة النضج الاستهلاكى – وتبقى على هذا الوضع لعدة أيام. ومع استمرار نمو الثمرة فإن لونها تقل شدته تدريجيًّا.

يبدأ تراكم الصبغات الأنثوسيانينية عند الطرف الزهرى للثمرة، وتنتشر تدريجيًا باتجاه العنق وعند نضج الثمرة يحدث فقد للون فى ذات الاتجاه.

ويعد لون الثمرة صفة وراثية، ولايوجد أى ارتباط بين لون جلد الثمرة ولون لبها. كما قد يتأثر تكوين صبغات الأنثوسيانين السائدة فى جلد الثمرة بالضوء أو لايتأثر به، ويمكن التعرف على ذلك من ملاحظة لون الجلد تحت كأس الثمرة؛ فإن كان عديم اللون .. دل ذلك على تأثر تكوين صبغات الأنثوسيانين بالضوء.

ويختلف لون الثمار الناضجة بين الأصفر الذهبى فى الثمار التى كانت قبل ذلك بيضاء اللون إلى البنى القاتم فى الثمار التى كانت قبل ذلك قرمزية قاتمة اللون أو سوداء.

الصبغات

تعد جميع الصبغات التى توجد فى جلد الثمرة من الأنثوسيانينات، وتُعرّف بأنها جليكوسيدات الدلفندين delfinidin glycosides التى تختلف فى تركيبها فى مختلف الأصناف أو مجاميع الأصناف. ويوجد كلوروفيل أ، ب فى الطبقات الخارجية من الغلاف الثمرى. ويتوقف اللون النهائى للثمرة على تركيز كل من الأنثوسينينات والكلوروفيل، حيث يكون اللون شديد القتامة وقريبًا من الأسود عند تواجد تركيز عالٍ من كل منهما. ولذا .. نجد أن اللون فى الباذنجان يتراوح من الأبيض إلى الأسود مع درجات مختلفة من اللونين الأخضر والقرمزى بينهما.

وقد وجد أن الأنثوسيانين الرئيسى فى جلد ثمار كثير من أصناف الباذنجان هو: delphinidin 3-p-coumarylrhamnosylglucoside-5-glucoside، حيث شكّل من ٦٩,١ إلى ٨٧,٧٪ من الأنثوسيانينات الكلية، ولكن كان الأنثوسيانين الرئيسى فى أحد الأصناف اليابانية (وهو الصنف Wase-Beikokuoomaru) هو delphinidin 3-glucosylrhamnoside حيث شكّل ٧٩,٥٪ من الأنثوسيانينات الكلية فى بشرة ثماره (Matsuzoe وآخرون ١٩٩٩).

العوامل المؤثرة فى اللون

يعمل انخفاض درجة الحرارة على بطء تكوّن الصبغات؛ مما يؤدى إلى نقص دكنة اللون النهائى للثمرة. كذلك تقل دكنة اللون فى الثمار المتأخرة فى التكوين على نفس العنقود. وفى الشتاء تؤدى الحرارة المنخفضة إلى نقص دكنة اللون بسبب تأخر التلوين وبطء تمثيل الصبغات، كما تسرع الحرارة المنخفضة من فقد الصبغات؛ مما يؤدى إلى ظهور أعراض عدم انتظام التلوين، والاخضرار والتلون البنى. ويكون فقد اللون القرمزى بواسطة إنزيمات الـ anthocyanase، والـ polyphenol oxidases (Nothmann ١٩٨٦).

ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة ليلاً ونهارًا، مع نقص الرطوبة الأرضية إلى فقد الثمار للمعانها.

وتؤدى زيادة كثافة النمو الخضرى وعدم تربية النباتات بشكل جيد – فى الزراعات المحمية – إلى اكتساب الثمار لونًا ضاربًا إلى الحمرة.

وقد تشاهد بقع بنية على الثمار عند كثرة الندى، ويرجع ذلك إلى تأثير الـ NO_2 الذى يذوب فى قطرات الندى التى تتكثف على سطح الثمرة (عن Kanahama ١٩٩٤).

ولاتتكون الصبغات الأنثوسيانينية فى خلايا بشرة ثمار بعض الأصناف إذا ما حجب عنها الضوء ابتداء من المراحل المبكرة لنمو الثمار (Matsuzoe وآخرون ١٩٩٩).

العيوب الفسيولوجية

عفن الثمار الداخلى

يظهر عفن الثمار الداخلى Internal Fruit Rot – وهو عيب فسيولوجى – عند نقص الكالسيوم فى أنسجة الثمرة، وتؤدى زيادة الملوحة الأرضية (أو ملوحة المحلول المغذى) إلى ازدياد تفاقم هذه الحالة. هذا .. ولم يكن لأى من الأيونات الأخرى فى المحاليل المغذية أى تأثير على الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى طالما تساوت درجة التوصيل الكهربائى فيها جميعًا، كما لم يتأثر محتوى الأوراق من الكالسيوم بمستوى الملوحة فى المحاليل المغذية (Savvas & Lenz ١٩٩٤ ب).

تشوهات الثمار

يؤدى عدم النمو الطبيعى لأنسجة الكرابل إلى تكوين ثمار مشوهة تظهر فيها بروزات متنوعة تكون مدببة (تشبه القرون وتسمى horns)، أو تكوين مبايض غير مغلقة جيدًا، يظهر جزء منها خارجيًا، مما يؤدى – أحيانًا – إلى ظهور المشيمة والبذور. تحدث هذه الظاهرة أساسًا فى المواسم الباردة.

كذلك قد تظهر أقلام كثيرة بالزهرة الواحدة فى الجو الدافئ عند المعاملة بحامض الجبرلليك.

ومن التشوهات الثمرية الأخرى التى يمكن أن تحدث أحيانًا فى الجو البارد تكوّن ثمرة صغيرة إضافية فى قمة الثمرة، وتكوّن جزئى لثمرة ثانوية، وتكوّن جلد ملون داخل ثمرة طبيعية المظهر.

وفى الجو الشديد البرودة قد ينمو مبيض الزهرة لفترة قصيرة بعد تفتحها، ثم تسقط الزهرة بعد ذلك لعدم خصوبة حبوب اللقاح التى أسهمت فى تلقيح الزهرة. وفى أحيان أخرى قد يتوقف مبيض الزهرة عن الاستمرار فى النمو بعد أيام قليلة من تفتح الزهرة، بينما يستمر كأس الزهرة في النمو والتضخم. وأحيانًا يسقط المبيض كلية أو يجف، بينما يبقى الكأس المتضخم متصلاً بالنبات (عن Nothmann ١٩٨٦).

ويؤدى عدم التجانس فى عقد البذور داخل الثمرة الواحدة إلى عدم انتظام نموها، حيث تكون أكبر حجمًا فى الجانب الذى يكثر فيه البذور.

الحصاد والتداول والتخزين والتصدير

النضج والحصاد

يبدأ نضج ثمار الباذنجان عادة بعد ٢,٥-٣ أشهر من الشتل، ويستمر الحصاد لمدة مماثلة. تصبح الثمار فى مرحلة النضج الاستهلاكى عندما تصل إلى ثلثى حجمها الكامل، ويكون ذلك بعد ٢٥-٤٠ يومًا من التلقيح، وتقطف فيما بين وصولها إلى ثلثى حجمها الكامل، ووصولها إلى حجمها الكامل، ولكن قبل أن تبدأ بذورها فى التصلب.

ويمكن التعرف على مرحلة النضج المناسبة للحصاد بالضغط على الثمرة بالإبهام، فإذا اندفع جلد الثمرة إلى مكانه الأول بسرعة بعد رفع الإصبع، دل ذلك على أنها مازالت غير ناضجة، أما إذا عاد الجلد لوضعه الأول ببطء شديد، دل ذلك على أنها زائدة النضج. وتُعد الثمار المناسبة للاستهلاك وسطًا بين الحالتين (Sims وآخرون ١٩٧٨، Ware & MaCollum ١٩٨٠).

وإذا تعدت الثمار مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك، فإنها تتحول إلى اللون البرونزى، وتتصلب قشرتها وبذورها، وتكتسب طعمًا لاذعًا.

ويتناسب محصول الباذنجان طرديًا مع التأخر فى حصاد الثمار، إلا أن ذلك تصاحبه احتمالات تعدى الثمار لمرحلة النضج المناسبة للاستهلاك. وإذا حدث ذلك .. فلابد من حصاد هذه الثمار والتخلص منها، وذلك لأن تركها على النبات يُعجل من شيخوخته، ويؤدى إلى نقص المحصول.

وتحصد الثمار بأعناقها كل ٣–٥ أيام فى الأصناف ذات الثمار الطويلة، وكل ٥–١٠ أيام فى الأصناف ذات الثمار الكروية والبيضية، حيث تقصر المدة بين الجمعات فى الجو الحار وتطول فى الجو البارد. يقطع عنق الثمرة بالسكين، أو باستعمال مقص تقليم نظرًا لأنه يكون متصلبًا عند وصول الثمرة إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد.

التغيرات الكيميائية الحيوية المصاحبة لنمو الثمار ونضجها

تكون نسبة المواد الصلبة الكلية فى الثمار أعلى ما يمكن عند الإزهار (فى مبايض الأزهار)، وتقل سريعًا لعدة أيام، ثم تبقى عند مستوى ثابت حتى النضج. وتكون نسبة السكريات الكلية منخفضة وفى حدود ٢–٣,٥٪.

أما الطعم القابض فيكون أعلى ما يمكن عند الإزهار، ثم ينخفض بعد ذلك، ويكون الانخفاض سريعًا فى البداية، ثم بطيئًا فى المراحل التالية (Nothmann ١٩٨٦).

كان تركيز البولى أمينات: بوترسين putrescine، واسبرميدين spermidine منخفضًا ومتساويًا (١,٦٧ نانومول/جم نسيج طازج) عند بداية تكوين الثمرة (بعد ٣–٥ أيام من سقوط البتلات). ولم تلاحظ أية تغيرات جوهرية فى تركيز الاسبرميدين أثناء نمو الثمرة، ولكن ازداد تركيز البوترسين ووصل إلى أعلى مستوى له، وهو ١٧,٤ نانومول/جم فى اليوم التاسع بعد سقوط البتلات، ثم انخفض بعد ذلك إلى مستواه الإبتدائى. وبداية من اليوم التاسع لسقوط البتلات حدثت زيادة سريعة فى وزن الثمرة وحجمها، وكان تركيز السكر فى أعلى مستوياته. أما إنتاج الإثيلين فقد انخفض – مع تطور تكوين الثمرة – من ١٤,٢٣ إلى ١,٥ ميكروليتر/كجم/ساعة، وظل منخفضًا خلال المراحل المتأخرة من تكوينها (Rodriguez وآخرون ١٩٩٩).

التداول والتخزين

عند تسويق الباذنجان فإنه يعبأ بعد الحصاد فى أجولة كبيرة، ثم يسوق مباشرة.

ويمكن تخزين الباذنجان بحالة جيدة لمدة أسبوع فى حرارة ١٠°م، مع رطوبة نسبية تتراوح بين ٨٥٪، و ٩٠٪.

ويتطلب تصدير الباذنجان تعبئته فى صناديق كرتونية، وتبريده أوليًا بطريقة الدفع الجبرى للهواء، قبل شحنه على حرارة ١٠°م ورطوبة نسبية ٨٥-٩٠٪.

ولايوصى بتبريد الباذنجان أوليًا بطريقة الماء البارد hydrocooling لأن الماء قد يترك بقعًا على سطح الثمرة، ولأن هذه الطريقة قد تكون قليلة الكفاءة بالنظر إلى اتساع مسطح الثمرة الخارجى بالنسبة إلى حجمها. وقد يكون التبريد فى الغرف المبردة كافيًا إن أمكن خفض درجة حرارة لب الثمرة إلى ١٣-١٥°م فى خلال ٢٤ ساعة من الحصاد (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

ويلاحظ ظهور أضرار البرودة على ثمار الباذنجان إذا تعرضت لحرارة ٧°م أو أقل من ذلك

التغيرات المصاحبة للثمار أثناء تخزينها وشحنها

من أهم التغيرات التى تطرأ على الثمار بعد حصادها، مايلى:

١ – يبدأ تدهور ثمرة الباذنجان بعد الحصاد بفقدها للمعانها وصلابتها، ثم انكماشها بسبب فقدها للرطوبة، وفقدها للونها بسبب تحلل صبغاتها.

٢ – تتأثر ثمار الباذنجان سلبيًا بالإثيلين، الذى يؤدى إلى انفصال الكأس عن الثمار وتعفنها (عن Nothmann ١٩٨٦).

٣ – ظهور أضرار البرودة إذا تعرضت الثمار أثناء تخزينها أو شحنها لحرارة ٧°م أو أقل من ذلك.

أضرار البرودة

من أهم مظاهر إصابة الثمار بأضرار البرودة، ما يلى:

١ – تكون النقر السطحية.

٢ – التلون البنى الداخلى لنسيج المشيمة، واكتساب البذور والحزم الوعائية لونًا بنيًا.

٣ – ظهور أعراض الانسفاع Scalding، وهى ظاهرة تكون مساحات أو بقع بنية على سطح الثمرة، تصبح غائرة بمرور الوقت.

٤ – فى النهاية تكتسب الثمار لونًا برونزيًا.

٥ – تزداد حساسية الثمار للإصابة بالفطر ألترناريا *Alternaria* بعد إخراجها من المخزن.

وتزداد الحساسية للبرودة في الثمار التي تتكون في الجو الدافئ عما في تلك التي تتكون في الجو البارد نسبيًا. فمثلاً .. كانت الثمار التي حصدت خلال فصل الشتاء (ديسمبر ويناير) أكثر حساسية للإصابة بأضرار البرودة عند تخزينها على ٦ أو ٨°م (مع ٨٧–٩٠٪ رطوبة نسبية) عن تلك التي حصدت في الربيع (مارس وأبريل) (Fallik وآخرون ١٩٩٥).

ويعتقد بأن أضرار البرودة ترتبط – في ثمار الباذنجان – بعملية الـ lipid peroxidation (Xi وآخرون ١٩٩٨).

وقد أجريت بعض المعاملات بهدف الحد من ظهور أضرار البرودة، فمثلاً .. أدت التدفئة المتقطعة intermittent warming لثمار الباذنجان بالتخزين لمدة ٣ أيام على حرارة ٢,٥°م + ٣ أيام على حرارة ١٢,٥°م + ٣ أيام على حرارة ٢,٥°م + ٣ أيام على حرارة ٢٠°م .. أدت إلى تأخير ظهور أعراض أضرار البرودة بنحو أسبوع مقارنة بموعد ظهورها في ثمار الكنترول التي خزنت على حرارة ٢,٥°م لمدة ٩ أيام ثم لمدة ٣ أيام على حرارة ٢٠°م (Mancarelli وآخرون ١٩٨٩). وقد حصل Kluge وآخرون (١٩٩٨) على نتائج مماثلة عندما عرضت ثمار الباذنجان التي خزنت تخزينًا باردًا لمدة ٢١ يومًا للتدفئة كل ٣، أو ٤، أو ٥، أو ٦ أيام، حيث لم تُصب الثمار بأضرار البرودة.

وأدى تخزين الثمار التي عوملت بالمطهرات في أكياس بلاستيكية قليلة الكثافة وغير مثقبة (بمعدل ١٢–١٤ ثمرة/كيس في طبقتين) .. أدى ذلك إلى إمكان تخزينها على ٨°م لأكثر من ثلاثة أسابيع دون أن تصب بأضرار البرودة، بينما ظهرت على الثمار التي طهرت سطحيًا ولم توضع في الأكياس أضرارًا شديدة من جراء البرودة بعد ثلاثة أسابيع من تخزينها على ٨°م، هذا مع العلم بأن حرارة الثمار التي وضعت في الأكياس كانت دائمًا أعلى بمقدار ٠,٥–١,٠°م عن حرارة المخزن (Fallik وآخرون ١٩٩٥).

وسائل إطالة فترة صلاحية الثمار للتخزين

أجريت محاولات عديدة، بهدف زيادة فترة صلاحية ثمار الباذنجان للتخزين، نذكر منها ما يلي:

١ – محاولات الحد من أضرار البرودة، وقد أسلفنا بيانها.

٢ – المعاملات الكيميائية (المبيدات الفطرية ومنظمات النمو)، بهدف الحد من إصابة الثمار بالأعفان وتأخير وصولها إلى مرحلة الشيخوخة، فمثلاً:

أ – أدى غمس ثمار الباذنجان في محلول ٠,٥٪ سانوسيل ٢٥ Sanosil-25 (الذى يحتوى على ٤٨٪ فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2) إلى تقليل أعفان الثمار بعد الحصاد وأثناء التخزين مع إطالة فترة صلاحيتها للتخزين مقارنة بثمار الكنترول التى لم تعط هذه المعاملة (Fallik وآخرون ١٩٩٤ أ).

ب – أدى غمس كأس ثمرة الباذنجان فى محلول يحتوى على ٢٠٠ جزء فى المليون من نفثالين حامض الخليك NAA، و ٩٠٠ جزء فى المليون من البروكلوراز prochloraz إلى تأخير شيخوخة الكأس وعفن الثمرة، وكان غمس الثمرة كلها أفضل من غمس كأسها فقط. وأمكن بهذه الطريقة تخزين الثمار لمدة ١٤ يومًا على حرارة ١٢°م، ثم لمدة ٣ أيام على حرارة ٢٠°م ظل خلالها كأس الثمرة محتفظًا برونقه واخضراره، واحتفظت خلالها الثمرة بصلابتها، بينما لم تتعد نسبة الإصابة بالأعفان ٥٪. وكان المتبقى من المبيد فى الثمار التى غمست بأكملها – بعد فترة التخزين – ٠,٣٤ مجم/لتر (Temkin-Gorodeiski وآخرون ١٩٩٣).

٣ – تغليف الثمار فى أغشية من البوليثيلين أو البولى فينيل كلورايد، بهدف الحد من فقدها للرطوبة، وخفض معدل تنفسها، بتكوين الأغشية لجو معدل modified atmosphere يحيط بالثمار.

نظرًا لأن المستوردين الأوروبيين لايفضلون تغليف ثمار الباذنجان – كل على انفراد – بأغشية البولى فينيل كلورايد المطاطة التى تلتصق بالثمار، لأنه يتعين إزالتها قبل عرض الثمار للتسويق، فقد أمكن استبدال هذه الطريقة بأخرى عوملت فيها الثمار بمبيد فطرى مع إندول حامض الخليك NAA ثم وضعت كل ١٠–١٥ ثمرة معًا فى أكياس من البوليثيلين غير المثقب داخل الكراتين، ووضع معها داخل الكيس – الذى يكون مبطنًا للكرتونة – ١٠ طبقات من المناديل الورقية لمنع تكثف الرطوبة. وقد منعت هذه الطريقة لتخزين الباذنجان فقد الوزن وحافظت على نوعية الثمار خلال فترة تخزينها التى دامت لمدة ١٤ يومًا على ١٢°م، ثم لمدة ٣ أيام إضافية على ٢٠°م (Fallik وآخرون ١٩٩٤ ب).

كذلك كان تخزين الثمار وهى مغلفة فى أغشية الـ PVC المثقبة أو غير المثقبة على حرارة ١٢°م أفضل من عدم التغليف فى حرارة ٤، أو ٨، أو ٢٤°م، وأفضل من التغليف فى حرارة ٤، أو ٨°م. خزنت الثمار بهذه الطريقة لمدة ١٦ يومًا دون أن تظهر عليها أى أعراض للتدهور أو أضرار البرودة، وكان الفقد فى الوزن خلال فترة التخزين ١,٨٪ فقط (١,٧٩٪ فى الأغشية المثقبة، و ١,٨١٪ فى الأغشية غير المثقبة) (Henz & Silva ١٩٩٥).

وعلى الرغم من أن ثمار الباذنجان التى عبئت فى أغشية من البوليثيلين ذات الكثافة المنخفضة LDPE داخل صناديق كرتونية على حرارة ٢٠°م احتفظت بنضارتها لمدة ٧–١٤ يومًا حسب الصنف، إلا أن كؤوس الثمار أصيبت بنسبة أعلى من الأعفان التى سببتها فطريات *Cladosporium* spp.، و *Alternaria* sp. مقارنة بما حدث فى الثمار التى لم تعبأ فى أغشية البوليثيلين (Diaz-Perez ١٩٩٨).

٤ – التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته Controlled Atmosphere Storage:

أدت زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ٥ أو ٨ أو ١٢٪ إلى تلون الثمار خارجيًا باللون البنى، ولكن لم تفقد الثمار صلابتها. وقد كانت الثمار الكروية والبيضية الشكل أكثر تحملاً لزيادة تركيز الغاز عن الثمار الطويلة (Mencarelli وآخرون ١٩٨٩).

وقد قام Kaynas وآخرون (١٩٩٥) بتخزين ثمار الفلفل على حرارة ١٢°م لمدة ٤٢ يومًا فى الهواء العادى، أو فى هواء معدل فى عبوات modified atmosphere packages (اختصارًا: MAP) باستعمال أغشية مثقبة أو غير مثقبة من البوليثيلين ذات الكثافة المنخفضة LDPE والبولى فينايل كلورايد PVC، أو فى الهواء المتحكم فى مكوناته controlled atmospheres (اختصارًا: CA) يحتوى على ٣٪ O_2 + ٣٪ CO_2، أو ٥٪ O_2 + ٥٪ CO_2، أو ٥٪ O_2 + ١٠٪ CO_2، وقيمت حالة الثمار بعد أسبوعين، وأربعة، وستة أسابيع، بعد انتهاء فترة التخزين البارد مباشرة، وبعد ثلاثة أيام إضافية على ٢٠°م، وكانت النتائج كما يلى:

١ – ازدادت معدلات زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة، ومعدلات نقص الحموضة، ونسبة النشا، ونسبة حامض الأسكوربيك فى الثمار التى خزنت فى الهواء العادى عمّا فى تلك التى خزنت فى الـ MAP أو فى الـ CA.

٢ – كان الفقد فى الوزن أعلى جوهريًا فى حالة التخزين فى الهواء عمّا فــى جميـع معاملات التخزين الأخرى.

٣ – كان الفقد فى الوزن أعلى جوهريًا عندما كان التخزين فى MAP عمّا كان عليـه الحال فى الـ CA بعد أسبوعين من بداية التخزين، ولكن هذا الفرق اختفى بعد ٤، و ٦ أسابيع.

٤ – أضَرَّ التخزين فى ١٠٪ CO_2 لمدة أكثر من أسبوعين بشدة بثمار الباذنجان حيث تغير لون الثمار الخارجي وظهر اصفرار على الكأس، ولكـن تلـك الأعـراض كـانت أقـل وضوحًا عندما كانت نسبة الـ CO_2 ٥٪.

٥ – كانت أفضل نوعيـة للثمـار عندمـا كـان التخزيـن فـى الـ MAP باسـتعمال الـ PVC، أو فى الـ CA في وجود ٣٪ O_2 + ٣٪ CO_2، حيث احتفظت الثمـار بجودتـها لمدة ٦ أسابيع.

التصدير

يمكن تصدير الفائض من محصول الباذنجان، وذلك نظرًا لأن الدول الأوروبية تحتـاج إليه خلال فترة يتوفر فيها المحصول المنتج محليًا. فمثلاً .. تستورد فرنسا كميات كبيرة منه من منتصف مايو إلى منتصف يوليو، ويفضل فيها الصنف Long Violet، وهو صنف أسود طويل.

ويشترط المُشرِّع المصرى أن تكون ثمار الباذنجان المصدرة من صنف واحد، وأن تتراوح أطوالها من ١٠–٢٠ سم فى الأصناف المستطيلة الثمار، وألا تقل فــى الأصنـاف الكرويـة عن ٨ سم، وأن تكون منتظمة الشكل، ممتلئة ناضجة، وخالية من البذور الصلبة، وذات لون طبيعى، ونظيفة، وملسـاء، وغير لينة، أو ذابلة، ومحتفظـة بأعناقـها، وخاليـة مـن الجروح. كما يجب أن تكون ثمار الطـرد الواحـد متماثلـة الأطـوال، والأحجـام، ويجـوز التجاوز عن هذه الأطوال، والأحجام بنسبة لا تزيد عن ١٠٪ بالعدد من كل طرد.

ويقسم الباذنجان إلى درجتين:

١ – الدرجة الأولى:

وهى التى لاتزيد فيها نسبة العيوب على ٥٪ بالعدد فى الطرد الواحد.

٢ – الدرجة الثانية:

وهى التى لاتزيد فيها نسبة العيوب التجارية على ١٠٪ بالعدد فى الطرد الواحد.

ويقصد بالعيوب التجارية ما يوجد على سطح الثمرة من البقع، ولفحة الشمس، والخدوش، والجروح الملتئمة.

يعبأ الباذنجان المعد للتصدير فى صناديق كرتونية فى صفوف طولية، ويشترط أن تكون الأعناق فى اتجاه واحد، وأن تكون الثمار فى طبقات يوضع بينها قصاصات ورق. ويجب أن تملأ الثمار فراغ الكرتونة بحيث تكون ثابتة، وغير مضغوطة .

هذا .. وللوقوف على الرتب الرسمية للباذنجان فى الولايات المتحدة .. يراجع Seelig (١٩٦٨).

الأمراض والآفات ومكافحتها

يذكر Ziedan (١٩٨٠) أن أهم الأمراض التى تصيب الباذنجان فى مصر هى: الذبول الطرى (أو مرض تساقط البادرات)، ولفحة ألترناريا، والذبول الفيوزارى، والبياض الدقيقى، ونيماتودا تعقد الجذور. ويصاب الباذنجان بعدد آخر من مسببات الأمراض منها ما تتخصص على الباذنجان بصفة رئيسية، مثل: *Septoria melongenae*، و *Phomopsis vexans*، وفيرس موزايك الباذنجان، ومنها ما تصيب العديد من الخضروات الأخرى وتوجد فى مصر مثل *Sclerotium rolfsii*.

الذبول الطرى

تسبب الفطريات *Phytophthora* spp.، و *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani* مرض الذبول الطرى Damping-off فى مصر. وهو نفس المرض الذى سبقت مناقشته ضمن أمراض الفلفل.

ومن الفطريات الأخرى التى تسبب الذبول الطرى فى الباذنجان الفطر المتخصص على الباذنجان *Phomopsis vexans*.

من أكثر معاملات البذور فاعلية فى مكافحة الفطر *P. vexans* تطهيرها سطحيًا

بالمبيد كاربندازيم Carbendazim منفردًا، أو مع الثيرام thiram (Kaushal & Sugha ١٩٩٥).

وقد أمكن حماية الباذنجان من الإصابة بالذبول الطرى المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* بشكل جيد بالمعاملة بكل من الفطرين *Gliocladium virens* (العزلتان Gl-3، و Gl-21)، و *Trichoderma hamatum* (العزلة TRI-4) (Lewis وآخرون ١٩٩٥). وقد كانت العزلة TRI-4 من *T hamatum* أكثر العزلات فعلية فى مكافحة الفطر *R. solani*، ولكن تحققت مكافحة جيدة – كذلك – باستعمال عزلات أخرى من الفطر ذاته ومن الفطريات *G. virens*، و *Trichoderma harzianum*، و *T. viride* (Lewis & Larkin ١٩٩٧). كما كوفح كل من *R. solani*، و *Pythium ultimum* حيويًا باستعمال الفطر *Cladorrhinum foecundissimum* (Lewis & Larkin ١٩٩٨).

الذبول الفيوزارى

يسبب الفطر *Fusarium annuum* مرض الذبول الفيوزارى Fusarium Wilt فى كل من الباذنجان، والفلفل. وقد سبقت مناقشته ضمن أمراض الفلفل.

وقد أفاد استعمال فطرا الميكوريزا *Trichoderma hamatum*، و *T. viride* فى توفير قدر عالٍ من الحماية ضد الإصابة بالفطر المسبب للمرض (Sheela وآخرون ١٩٩٥).

ذبول فيرتسيلليم

يسبب الفطر *Verticillium* spp. مرض ذبول فيرتسيلليم في الباذنجان.

الأعراض

تؤدى الإصابة إلى تقزم النباتات، وظهور اصفرار بين العروق الرئيسية فى الأوراق، ثم ذبولها وجفافها وتبقى النباتات غالبًا على هذا الوضع، ولكن بعضها قد يموت. ينمو الفطر فى الحزم الوعائية للنبات ويؤدى إلى تلونها.

ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية – مع الإصابة بذبول فيرتسيلليم – إلى إحداث نقص

جوهرى فى كل من المحصول المبكر، والمحصول الكلى للباذنجان، وكذلك تنخفض نوعية الثمار من حيث درجة لمعان الثمرة وقتامة لونها (Bletsos وآخرون ١٩٩٩).

الظروف المناسبة للإصابة

تشتد الإصابة بذبول فيرتسيلليم عند إصابة النباتات ببعض أنواع النيماتودا، مثل: نيماتودا تعقد الجذور، ونيماتودا التقرح، ولا يتوقع ظهور المرض فى الزراعات المكشوفة، وذلك لأن الفطر ينشط فى الجو المائل إلى البرودة، لكنه قد يظهر فى الزراعات المحمية شتاءً فى البيوت غير المدفأة إذا وجد الفطر فى التربة.

المكافحة

يكافح مرض ذبول فيرتسيلليم بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة:

تتوفر سلالات من الباذنجان يكون تطور المرض فيها بطيئًا ولا يتأثر محصولها كثيرًا بالإصابة مثلما يكون عليه الحال فى الأصناف القابلة للإصابة (Ciccarese وآخرون ١٩٩٤).

٢ – استعمال أغطية التربة البلاستيكية:

على الرغم من أن أعراض الإصابة بذبول فيرتسيلليم ظهرت فى ٥٠٪ من النباتات مبكرة بمقدار ١٣ يومًا عندما استعمل الغطاء البلاستيكى الأسود للتربة، مقارنة بما كان عليه الحال عندما لم يستعمل الغطاء البلاستيكى، إلا أن النباتات التى استعمل معها الغطاء البلاستيكى كانت أقوى نموًا، وكانت ثمارها أكبر حجمًا عندما أعطيت جرعة إضافية من النيتروجين مقارنة بثمار الكنترول (Elmer & Ferrandino ١٩٩١).

المكافحة الحيوية

أفاد استعمال فطر الميكوريزا *Trichoderma etunicatum* فى توفير قدر عالٍ من الحماية ضد الفطر *V. dalhiae*، وزيادة محصول الباذنجان، وقلة تشوهات الثمار (Matsubara وآخرون ١٩٩٥).

كذلك أفادت عدوى جذور شتلات الباذنجان بالفطر *Talaromyces flavus* فى

منافسة الفطر *V dahliae*، وخفض شدة الإصابة بذبول فيرتسيلليم (Fahima & Henis ١٩٩٥) وكان لاستعمال أى من فطرى المكافحة الحيوية *T. flavus*، و *Gliocladium roseum* – أو كليهما معًا – مع جرعات مخففة من المبيد ميثام–صوديوم Metham sodium . كان لها تأثير متجمع فى مكافحة المرض (Fravel ١٩٩٦). ويبدو أن دور الفطر *T flavus* فى المكافحة الحيوية للفطر *V dahliae* يكون من خلال إنتاجه لمركبات مضادة للفطريات ولنشاط الإنزيم glucose-oxidase بالفطر المرض *V. dahliae*؛ مما يتسبب فى تأخير إنبات الجراثيم وبطء نمو الغزل الفطرى، مع تكوّن الميلانين فى الأجسام الحجرية الصغيرة الحديثة التكوين (Madi وآخرون ١٩٩٧)

ومن فطريات الميكوريزا الأخرى التى أعطت نتائج مبشرة فى مكافحة مرض ذبول فيرتسيلليم فى الباذنجان الفطر *Glomus versiforme* الذى حفَّز النمو النباتى إلى جانب الحد من تأثير الفطر *V dalhiae* (Li وآخرون ١٩٩٧)

لفحة اسكليروشيم

يسبب الفطر *Sclerotium rolfsii* مرض لفحة اسكليروشيم، أو اللفحة الجنوبية Southern Blight فى عدد من محاصيل الخضر، منها: الباذنجان، والفلفل. وقد سبقت مناقشة المرض ومكافحته ضمن أمراض الفلفل. ويبين شكل (٦–٧، توجد الصورة الملونة فى آخر الكتاب) أعراض الإصابة عند قاعدة النبات، حيث تظهر الأجسام الحجرية للفطر، وهى ذات لون بنى.

ويفيد استعمال الفطر *Talaromyces flavus* فى المكافحة الحيوية للفطر *S. rolfsii*. وتحدث المكافحة بالتطفل، وترتبط بنشاط إنزيم الـ chitenase فى الفطر *T. flavus* (Madi وآخرون ١٩٩٧).

البياض الدقيقى

يسبب الفطر *Leveillula taurica* مرض البياض الدقيقى Powdery Mildew فى الباذنجان، وهو نفس المرض الذى سبقت مناقشته ضمن أمراض الفلفل.

ويكافح المرض فى الباذنجان برش النباتات بمجرد الإصابة بمادة تراى ميلتوكس

فورت، أو ريدوميل بتركيز ٠,٢٥٪، وبمعدل ١,٥ كجم للفدان، مع تكرار الرش كل ١٢ يومًا.

لفحة ألترناريا

يسبب الفطر *Alternaria solani* مرض لفحة ألترناريا *Alternaria Blight* في الباذنجان، حيث تظهر الأعراض – على الأوراق – على شكل بقع رمادية إلى بنية اللون، جلدية الملمس، لايزيد قطرها عن ٨ مم، ولكن يؤدى وجود الكثير من البقع على الورقة إلى تلونها باللون الأصفر ثم سقوطها. أما إصابات الثمار .. فتكون على صورة بقع دائرية صغيرة غائرة قليلاً (شكل ٦–٨، توجد الصورة الملونة في آخر الكتاب).

ويكافح المرض بالرش الوقائي بالمبيدات الفطرية المناسبة كما في مرض البياض الدقيقي.

لفحة فوموبسس

يسبب الفطر *Phomopsis vexans* مرض لفحة فوموبسس Phomopsis Bight.

الأعراض

يصيب الفطر جميع أجزاء النبات أعلى سطح التربة في أى مرحلة من النمو. وقد تظهر الأعراض في البداية على سيقان وأوراق البادرات، وتؤدى إلى تحليقها وموتها. وتكون أعراض الإصابة – على الأوراق – على صورة بقع مستديرة قد يصل قطرها إلى ٢,٥ سم، لونها بنى إلى رمادى، وذات حافة محددة لونها بنى قاتم، ثم يصبح مركز البقعة رماديًا مع تقدم الإصابة، وتظهر فيها الأجسام البكنيدية للفطر على شكل نقط صغيرة سوداء اللون. وقد تصفر الأوراق المصابة وتسقط.

وتتشابه إصابات الثمار مع إصابات الأوراق، إلا أن البقع المتكونة تكون أكبر كثيرًا على الثمار. وتكون الثمار المصابة طريّة، ومائية في البداية، ولكنها تصبح جافة ومحنطة mummified بعد ذلك، كما تتكون تقرحات على ساق النبات (شكل ٦–٩، توجد الصورة الملونة في آخر الكتاب).

الظروف المناسبة للإصابة

ينتقل الفطر عن طريق البذور، ويعيش فى التربة على بقايا النباتات المصابة. كما ينتقل المرض مع الشتلات المصابة، وينتشر مع قطرات الأمطار، أو ماء الرى بالرش. وتزداد حدة الإصابة فى الجو الحار الرطب (MacNab وآخرون ١٩٨٣).

المكافحة

يكافح المرض بزراعة بذور سليمة خالية من الإصابة، حيث تبدو البذور المصابة قاتمة اللون، وذابلة أو متغضنة قليلاً. ويمكن تخليص البذور من الإصابة بمعاملتها بالماء الساخن على ٥٠°م، لمدة نصف ساعة، ثم معاملتها بأحد المطهرات الفطرية مثل الكابتان.

وتجب العناية بمكافحة المرض فى المشاتل بالرش بالزيرام، أو بالكابتان بتركيز ٠,٢٥٪ كل ٥-٧ أيام، على أن يشمل الرش النباتات وسطح التربة معًا. ويستمر الرش فى الحقل باستعمال المانيب بنفس التركيز السابق.

ويفضل كذلك اتباع دورة زراعية ثلاثية.

كما تجب العناية بالتهوية الجيدة فى الزراعات المحمية سواء أكان ذلك بالنسبة للمشاتل، أم للنباتات النامية فى الصوب.

هذا .. وتتوفر المقاومة للمرض فى بعض الأصناف مثل فلوريدا ماركت (Chupp & Sherif ١٩٦٠).

الأنثراكنوز

يسبب الفطر *Colletotrichum* sp. مرض الأنثراكنوز Anthracnose.

وأهم ما يميز المرض البقع التى تظهر على الثمار الناضجة، وهى بقع غائرة لايزيد قطرها عن ١,٢ سم، وقد تكون مجرد نقط صغيرة، ولكنها قد تتجمع معًا لتشكل بقعًا كبيرة. وتؤدى شدة الإصابة إلى سقوط الثمرة، مع بقاء عنقها متصلاً بالنبات.

ويعيش الفطر فى بقايا النباتات المصابة فى التربة.

الذبول البكتيرى

المسبب

تسبب البكتيريا *Ralstonia solanacearum* مرض الذبول البكتيرى فى كل من: الباذنجان، والطماطم، والفلفل، والبطاطس. ويعرف المرض فى البطاطس باسم العفن البنى، وتسببه سلالة مخالفة لتلك التى تسبب المرض فى الباذنجانيات الثمرية.

وتعرف ٤ مجموعات من السلالات البكتيرية تختلف فى قدرتها على إصابة أصناف الباذنجان، وتعطى هذه المجموعات الأرقام الرومانية I إلى IV (Date وآخرون ١٩٩٤).

الأعراض

تظهر الإصابة فى الحقل على شكل ذبول فجائى بسبب نمو البكتيريا فى الحزم الوعائية للنباتات المصابة، وتؤدى إلى تلونها باللون البنى. ومع تقدم الإصابة .. تظهر على أوراق النبات بقع بنية اللون تبدأ عند الحافة، وتتجه إلى الداخل تجاه العرق الوسطى، ويستمر ذلك حتى تتلون الورقة كلها باللون البنى وتسقط. وتتقدم هذه الأعراض على النبات من أسفل لأعلى.

ومن العلامات المميزة للإصابة .. ظهور إفرازات مخاطية لزجة من ساق النبات لدى قطعها عرضيًا فى منطقة الإصابة، وهى عبارة عن النموات البكتيرية مختلطة مع نواتج تحلل الأنسجة النباتية.

الظروف المناسبة للإصابة

تعيش البكتيريا فى بقايا النباتات الميتة فى التربة، ويمكن أن تبقى فى غياب العائل لمدة ١٢ عامًا، وتنتشر مع ماء الرى. وتحدث الإصابة فى الطبيعة عن طريق الجذور من خلال الجروح التى تحدثها الآلات الزراعية، والحشرات، والنيماتودا (العروسى وآخرون ١٩٨٧).

المكافحة

يكافح الذبول البكتيرى فى الباذنجان بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر المقاومة للبكتيريا فى بعض أصناف الباذنجان الآسيوية (Chen وآخرون

١٩٩٧)، إلا أن المقاومة تفقد فاعليتها – وتصاب النباتات – عند ارتفاع درجة الحرارة إلى ٣٥°م نهارًا مع ٣٠°م ليلاً (Date وآخرون ١٩٩٤).

٢ – التطعيم على أصول مقاومة:

أفاد تطعيم الباذنجان على أصول من *Solanum sisymbriifolium*، و *S. torvum*، والهجين *S. integrifolium* x *S. melongena* cv. Dingaraj Multiple Purple (وهو هجين amphidiploid) .. أفاد في خفض معدل موت النباتات من جراء الإصابة بالبكتيريا *Ralstonia solanacearum* بنسب تراوحت بين ٤٠٪، و ٩٠٪ (Mian وآخرون ١٩٩٥). ويعد *S. torvum* أكثر أصول الباذنجان استخدامًا لأجل مكافحة الذبول البكتيرى (Singh & Gopalakrishnan ١٩٩٧).

كذلك يتميز الأصل الهجين دياتارو Diataro بمقاومته العالية لمرض الذبول البكتيرى، فضلاً عن مقاومته لمرض الذبول الفيوزارى، وقد أنتج Monma وآخرون (١٩٩٧) هذا الهجين بالتلقيح بين صنفين من الباذنجان *S. melongena*، هما: الصنف الهندى WCGR 112-8 – المقاوم للذبول البكتيرى – كأم، والصنف الماليزى LS1934 – المقاوم لكل من الذبول البكتيرى والذبول الفيوزارى – كأب. يتميز هذا الأصل بصلاحيته للتطعيم، وبأنه يؤدى إلى زيادة المحصول المبكر لأصناف الباذنجان المطعومة عليه مقارنة بتلك المطعومة على الأصل *S. torvum* cv. Torvum، ولكنه لايؤثر على محصولها الكلى مقارنة بالمحصول الكلى على الأصل Torvum.

٣ – المكافحة الحيوية:

وجد أن بعض سلالات الزيدومونادز القلورية – مثل السلالة FPP5 – كانت عالية الكفاءة فى تحفيز نمو نباتات الباذنجان ومكافحة البكتيريا *R. solanacearum* (Chao وآخرون ١٩٩٧).

نيماتودا تعقد الجذور

يُصاب الباذنجان بنفس أنواع نيماتودا تعقد الجذور التى تصيب الفلفل، والتى سبقت مناقشتها تحت الفلفل، كما أنها هى الأنواع ذاتها التى تصيب الطماطم، والتى نوقشت بالتفصيل فى كتاب آخر للمؤلف (حسن ١٩٩٨) خاص بأمراض وآفات

الطماطم، ونقصر مناقشتنا الآن على الدراسات التى أجريت بهدف مكافحة هذه النيماتودا فى الباذنجان، والتى نحصرها فيما يلى:

١ – الدورة الزراعية:

يفيد فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الباذنجان اتباع دورة زراعية تدخل فيها النجيليات التى لاتصاب بهذه الآفة. وإذا تعذر زراعة النجيليات فإنه يمكن تضمين الدورة أصنافًا على درجة عالية من المقاومة – من المحاصيل التى تصاب بينماتودا تعقد الجذور – مثل صنف الفلفل كارولينا كايين Carolina Cayenne (Thies وآخرون ١٩٩٨)، علمًا بأن الهدف فى كلتا الحالتين هو خفض أعداد النيماتودا فى التربة.

٢ – استعمال المبيدات:

أفاد استعمال المبيدات كاربوفوران Carbofuran، وترايازوفس Triazophs فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، ونوعا النيماتودا *Tylenchorhynchus vulgaris*، و *Basirolaimus indicus* (سابقًا *Hoplolaimus indicus*) (Parsad وآخرون ١٩٩٤).

٣ – استعمال المستخلصات النباتية:

أدى استعمال أوراق النيم (*Azadirachta indica*) مع جرعات منخفضة من المبيدات إلى خفض أعداد النيماتودا وتحسين النمو النباتى، وزيادة المحصول (Parsad وآخرون ١٩٩٤).

كما أدى غمس جذور البادرات فى بعض المبيدات أو فى مستخلصات لنباتات النيم (*A. indica*)، أو الكانيار Kanair (= *Nerium oleander*) إلى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* وتحفيز النمو النباتى، وكانت أفضل المعاملات هى الغمس فى محلول المبيد ميثاميدوفوس Methamidophos، وأعقبها الغمس فى محلول المبيد مونوكروتوفس monocrotophs، ومستخلصات النيم والكانيار (Aziz وآخرون ١٩٩٥). وإلى جانب مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، أفادت المعاملة بأى من الـ neem cake، والـ castor cake (وهو الخروع *Ricinus communis*)، والمبيد كاربوفيوران carbofuran .. أفادت كذلك فى مكافحة النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis* (Kumar & Vadivelu ١٩٩٦).

كذلك أفاد استعمال مستخلص مائى من نبات القطيفة (*Tagetes* spp.)، أو أوراقه المفرومة فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الباذنجان وخفض أعداد النيماتودا فى التربة، وتحفيز النمو النباتى (Walia & Gupta ١٩٩٧).

٤ – المكافحة الحيوية:

تساوت المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* باستعمال الفطر المتطفل عليها *Paecilomyces lilacinus* مع المكافحة باستعمال المبيد فيناميفوس fenamiphos، حيث أدى اتباع أى من الطريقتين إلى زيادة محصول الباذنجان (Noe & Sasser ١٩٩٥).

ومن الفطريات الأخرى التى أعطت نتائج إيجابية فى خفض أعداد النيماتودا وزيادة المحصول كلا من *Arthrobotrys oligospora*، و *A. superba*، وإن كانت المعاملة بأى منهما لم تؤد إلى خفض دليل التثألل gall index (شدة الأعراض) مقارنة بالمعاملة بالفيناميفوس (Colombo وآخرون ١٩٩٥).

وقد حصل Rao وآخرون (١٩٩٧) على مكافحة جيدة لنيماتودا تعقد الجذور *M incognita* بغمس الشتلات فى مستخلص مائى لنبات النيم (٥ أو ١٠٪) يحتوى على جراثيم الفطر *P. lilacinus*.

هذا .. وقد أفاد التسميد العضوى للباذنجان – ببعض أنواع الأسمدة الحيوانية – فى مكافحة النيماتودا الكلوية والحد من تكاثرها على الباذنجان وكانت أكثر الأسمدة العضوية الحيوانية فاعلية سماد الحمام، وتلاه سماد السمان، فسماد الدواجن، فسماد الأرانب، بينما كان سماد الإبل أقلها فاعلية (Ismail & Youssef ١٩٩٧).

الذبابة البيضاء، والمن، والتربس

سبقت مناقشة هذه الآفات الحشرية وطرق مكافحتها تحت الفلفل، ونزيد – فيما يلى – بعض وسائل المكافحة الحيوية لتلك الآفات، والتى نجح استعمالها مع الباذنجان (Bennison وآخرون ١٩٥٦).

الآفة	الكائن الذى استعمل فى مكافحتها
ذبابة البيوت المحمية البيضاء	*Encarsia formosa*
Trialeurodes vaporaiorum	*Neoseiulus cucumeris*
التربس *Thrips tabaci*	*Aphelinus abdominalis*
المن	*A. colemani*
	Aphidoletes aphidimyza

حفار ساق الباذنجان

تصيب حشرة حفار ساق الباذنجان (*Euzophora osseatella*) نباتات الباذنجان، والفلفل، والبطاطس. فتثقب اليرقات والسيقان والأفرع؛ مما يؤدى إلى وقف نموها أو موتها. وتتميز الإصابة بوجود ثقوب على السيقان المصابة، وبخاصة فى الجزء السفلى منها، ويظهر على فوهتها براز الحشرة مختلطًا مع بعض الأنسجة النباتية. تمضى اليرقات بياتها الشتوى داخل السوق المصابة.

وتكافح الحشرة بجمع الأفرع والنباتات المصابة وحرقها بما فيها من حشرات، مع رش النبات بمجرد فقس البيض، وقبل أن تدخل اليرقات إلى سوق النبات بالدبتركس، أو بالسيفين.

دودة درنات البطاطس

تصيب دودة درنات البطاطس *Phthorimaea (Gnorimochema) operculella* الباذنجان وغيره من محاصيل العائلة الباذنجانية، حيث تتطفل على أكثر من ٢٠ نوعًا منها. ويعتبر الباذنجان، والبطاطس، والطماطم من أهم عوائل الحشرة.

تشتد الإصابة فى العروة الصيفية، وتبدأ بوضع الإناث لبيضها على المجموع الخضرى، أو على الثمار الغضة قرب الكأس. وبعد فقس البيض .. تدخل اليرقات فى الورقة قرب قاعدتها محدثة أنفاقًا بها، تمتد فى أنسجة النبات حتى الساق، كما تدخل اليرقات فى الثمار أيضًا.

وليس لهذا الحشرة بيات شتوى فى مصر إلا أنها تعيش على العوائل المختلفة على مدار العام. وتكافح بجمع الأفرع والنباتات المصابة وإعدامها، وحرق النباتات المصابة بعد الحصاد، ورش النباتات بالسيفين ٨٥٪ القابل للبلل، أو الجاردونا ٧٠٪ بنسبة ٠.٤٪ لكل منهما، ويكرر الرش كل ١٠ أيام إذا استدعى الأمر ذلك.

دودة ورق القطن

تصيب دودة ورق القطن العادية (*Spodoptera littoralis*) أغلب محاصيل الحقل، والخضر، والفاكهة، ونباتات الزينة، ولايقتصر ضررها على الأوراق، بل يتعداها إلى جميع أجزاء النبات الأخرى.

تضع الأنثى بيضها فى الغالب على السطح السفلى للأوراق فى لُطع، وتحوى اللطعة الواحدة من ٢٠٠–١٠٠٠ بيضة. تبدأ اليرقات عقب خروجها من البيض فى التغذية على نسيج بشرة الورقة، وتبقى على النبات حتى عمرها الثالث أو الرابع، وبعد ذلك تتجه نحو الأرض لتختبئ فى شقوق التربة أسفل النبات نهارًا هربًا من الجو الحار، وتتسلق النبات ثانية للتغذية عند اعتدال الجو قرب الأصيل.

يبلغ طول اليرقة – عند اكتمال نموها – نحو ٤–٥ سم، ويكون لونها زيتونيًّا أخضر، أو زيتونيًّا بنيًّا، أو رماديًّا قاتمًا، أو أسود. وليس لهذه الحشرة بيات شتوى فى مصر. ولكنها تتواجد على عوائلها المختلفة على مدار العام.

وتكافح الحشرة باتباع الوسائل التالية:

١ – الاهتمام بحرث الأرض وعزقها لإبادة اليرقات والعذارى التى قد توجد فى التربة، ونقاوة الحشائش، وذلك لأن اليرقات تتربى عليها.

٢ – نثر الجير على جوانب الحقول السليمة حتى لا تنتقل إليها الإصابة من الحقول المجاورة.

٣ – جمع اللطع باليد ما أمكن ذلك.

٤ – الرش بالسومثيون ١٠٠٪ بنسبة ٠,٤٥٪، أو بالجاردونا ٧٠٪ بنسبة ٠,٥٪ أو بالفالسكون بنسبة ٠,٥٪، أو بالسيفين ٨٥٪ بنسبة ٠,٤٪ (حماد وعبدالسلام ١٩٨٥).

٥ – المكافحة الحيوية بالرش بالبكتيريا *Bacillus thuringensis* في أى من تحضيراتها التجارية، مثل الآجرين.

الدودة الخضراء، أو دودة القطن الصغرى

تصيب الدودة الخضراء (*Spodoptera exigua*) نفس العوائل التى تصيبها دودة ورق القطن العادية، وتتشابه معها إلى حدٍّ ما فى دورة الحياة. يبلغ طول اليرقة التامة النمو من ١,٧ – ٢,٢ سم، ولونها فى العادة بنى مبقع ببقع بيضاء، وتكافح بنفس الطرق التى تكافح بها دودة ورق القطن العادية.

العنكبوت الأحمر

سبقت مناقشة العنكبوت الأحمر، والأضرار التى يحدثها للنبات ضمن آفات الفلفل.

ويعتبر الباذنجان من أكثر الخضروات إصابةً بالعنكبوت الأحمر، وذلك نظرًا لكثافة الشعيرات على أوراقه، وتعلق الأتربة المثارة بها؛ مما يساعد على زيادة الإصابة.

ويكافح العنكبوت الأحمر بالرش بالكلثين الميكرونى ١٨,٥٪ بمعدل ١ لتر، أو تديفول بمعدل ١ لتر، أو تديون ف ١٨ (٨٪) بمعدل ٨٠٠ مل للفدان. ويعاد الرش عند الضرورة (وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

كذلك يكافح العنكبوت الأحمر بعديد من بدائل المبيدات من الزيوت والكبريت، وقد أسلفنا بيانها تحت الفلفل.

ومن بين وسائل المكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر استعمال *Feltiella acarisuga* الذى يفيد مع كل من نوعى الأكاروس *Tetranychus urticae*، و *T. cinuabarinus*.



مصادر الكتاب

الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٨٣). إنتاج الخضر وتسويقها. القاهرة – ٤٢٢ صفحة.

الإدارة المركزية للإقتصاد الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (٢٠٠٠). إحصائيات المساحة المزروعة، وإنتاج الخضر فى جمهورية مصر العربية لعام ١٩٩٩ – (غير منشورة).

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨ أ). تكنولوجيا إنتاج الخضر. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٧٢٥ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨ ب). الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ١٨٤ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠٠). الأساليب الزراعية المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٥٨٦ صفحة.

حماد، شاكر محمد، وأحمد لطفى عبدالسلام (١٩٨٥). الحشرات الإقتصادية فى مصر والعالم العربى. دار المريخ للنشر – الرياض – ٥٥٥ صفحة.

حمدى، سعيد، وزيدان السيد عبدالعال، وعبدالعزيز محمد خلف الله، ومحمد عبداللطيف الشال، ومحمد محمد عبدالقادر (١٩٧٣). الخضر. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٦٢٣ صفحة.

سرور، مصطفى، ومحمد بيومى على، ومحمد عبدالبديع (١٩٣٦). الخضروات فى مصر. مطبعة مصر – القاهرة – ٤٤٠ صفحة.

العروسى، حسين، وسمير ميخائيل، ومحمد على عبدالرحيم (١٩٨٧). أمراض النبات. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية ٥٥٨ صفحة.

النبوى، صلاح الدين محمود، ويوسف أمين والى، وأحمد فريد السهريجى، وعادل سعد الدين عبدالقادر، وأحمد جويلى، ويحيى محمد حسن (١٩٧٠). الحاصلات البستانية: إعدادها وإنضاجها وتخزينها وتصديرها. دار المعارف – القاهرة – ١٠٩٦ صفحة.

وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٨٥). برنامج مكافحة الآفات موسم ١٩٨٥/٨٤ – ٢٥٩ صفحة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي – جمهورية مصر العربية (١٩٨٧). برنامج مكافحة الآفات الزراعية – ١٧٢ صفحة.

Abak, K. and H. Y. Guler. 1994. Pollen fertility and the vegetative growth of various eggplant genotypes under low temperature greenhouse conditions. Acta Horticulturae No. 366: 85-91.

Abak, K., H. Y. Dasgan, O. Ikiz, N. Nygun, M. Sayalan, O. Koftanoglu, and H. Yeninar. 1997. Pollen production and quality of pepper grown in unheated greenhouses during winter and the effects of bumbelbees (*Bombus terrestris*) pollination on fruit yield and quality. Acta Horticulturae No. 437: 303-307.

Aguirre, I., M. C. Gutierrez, and J. Cuartero. 1995. Ethylene production during sweet pepper flowering. Acta Horticulturae No. 412: 479-483.

Alexander, S. E. and G. H. Clough. 1998. Spunbonded row cover and calcium fertilization improve quality and yield in bell pepper. HortScience 33(7): 1150-1152.

Ali, A. M. and W. C. Kelly. 1992. The effects of interfruit competition on the size of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits. Scientia Horticulturae 52(1 / 2): 69-76.

Ali, A. M. and W. C. Kelly. 1993. Effect of pre-anthesis temperature on the size and shape of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. Scientia Horticulturae 54(2): 97-105.

Allagui, M. B. and J. Tello-Marquina. 1996. *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*, a pathogen of pepper in Tunisia. Plant Dis. 80: 344.

Aloni, B., L. Karni, I. Rylski, and Z. Zaidman. 1994. The effect of nitrogen fertilization and shading on the incidence of "colour spots" in sweet pepper (*Capsicum annuum*) fruit. Journal of Horticultural Science 69(4): 767-774.

Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, Y. Riov, M. Huberman, and R. Goren. 1994. The susceptibility of pepper (*Capsicum annuum*) to heat induced flower absission: possible involvement of ethylene. Journal of Horticultural Science 69(5): 923-928.

Aloni, B., L. Karni, and I. Rylski. 1995. Inhibition of heat induced pepper (*Capsicum annuum*) flower abscission and induction of fruit malformation by silver thiosulphate. J. Hort. Sci. 70(2): 215-220.

Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, and A. A. Schaffer. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. Annals of Botany 78(2): 163-168.

Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, and A. A. Schaffer. 1997. The relationship between sucrose supply, sucrose-cleaving enzymes and flower abortion in pepper. Annals of Botany 79(6): 601-605.

Aloni, B., L. Karni, I. Rylski, Y. Cohen, Y. Lee, M. Fuchs, S. Moreshet, and C. Yao. 1998. Cuticular cracking in pepper. I. Effects of night temperature and humidity. J. Hort. Sci. Biotech. 73(6): 743-749.

Aloni, B., L. Karni, S. Moreshet, C. Yao, and C. Stanghellini. 1999. Cuticular cracking in bell pepper fruit. II. Effects of fruit water relations and fruit expansion. J. Hort. Sci. Biotech. 74(1): 1-5.

Aloni, B., E. Pressman, and L. Karni. 1999. The effect of fruit load, defoliation and night temperature on the morphology of pepper flowers and on fruit shape. Annals of Botany 83(5): 529-534.

AVRDC; Asian Vegetable Research and Development Center. 1994. Centerpoint 12(2). 12 p.

AVRDC; Asian Vegetable Research and Development Center. 1996. Fourth international meeting on tospoviruses. Centerpoint 13(2): 4-5.

Aziz, I., R. Ahmed, and N. Javed. 1995. Effect of insecticides and plant leaf extracts as root dip treatment on *Meloidogyne javanica* infecting eggplant (*Solanum melangena* L.). Pakistan Journal of Phytopathology 7(1): 68-70. c. a. Hort. Abstr. 66(5): 4199, 1996.

Babu, R. S. H., D. Lokeshwar, N. S. Rao, and B. R. B. Rao. 1988. The response of chili (*Capsicum annuum* L.) plants to early inoculation with mycorrhizal fungi at different levels of phosphorus. J. Hort. Sci. 63: 315-320.

Bakker, J. C. 1989. The effects of air humidity on growth and fruit production of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Hort. Sci. 64: 41-46.

Bakker, J. C. 1989. The effects of temperature on flowering, fruit set and fruit development of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuumm* L.). J. Hort. Sci. 64: 313-320.

Bakker, J. C. 1990. Effects of day and night humidity on yield and fruit quality of glasshause eggplant (*Solanum melongena* L.). J. Hort Sci. 65: 747-753.

Barros, J. C. da S. M. de, A. de Goes, and K. Minami. 1994. Postharvest storage conditions for sweet pepper fruit (*Capsicum annuum* L.) (In Portuguese with English summary). Scientia Agricola 51(2): 363-368. c. a. Hort. Abstr. 67(1): 427, 1997.

Belakbir, A., Z. Lamrani, J. M. Ruiz, I. Lopez-Cantarero, J. L. Valenzuela, and L. Romero. 1996. Effect of bioregulators on the concentration of carbohydrates in pepper fruits. Communications in Soil Science and Plant Analysis 27(5-8): 1013-1025. c. a. Hort. Abstr. 66(10): 8638, 1996.

Belakbir, A., J. M. Ruiz, and L. Romero. 1998. Yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to bioregulators. HortScience 33(1): 85-87.

Bennison, J. A., C. Sampson, A. Vautier, and P. F. Challinor. 1996. Development of IPM on protected aubergine. Bulletin OILB/SROP 19(1): 7-10. c. a. Hort. Abster. 67(1): 433, 1997.

Benoit, F. and N. Ceustermans. 1997. Capsicums in soilless culture. Root cooling suppresses blossom-end rot. (In Nl). Proeftuinnieuws 7(10) 14-15. c. a. Hort. Abstr. 68(4): 3180, 1998.

Ben-Yehoshua, S., V. Rodov, S. Fishman, J. Peretz, R. de la Asuncion, P. Burns, J. Sornsrivichai, and T. Yantarasri. 1996. Perforation effects in modified-atmospere packaging: model and applications to bell pepper and mango fruits, p. 143-162. In: Proceedings of the Australasian postharvest horticulture conference 'Science and technology for the fresh food revolution'. Department of Natural Resources and Environment, Victoria, Australia. c. a. Hort. Abstr. 67(7): 5986, 1997.

Ben-Yehoshua, S., V. Rodov, S. Fishman, and J. Peretz. 1998. Recent developments in modified-atmosphere packaging of fruits and vegetables: reducing condensation of water in bell peppers and mangoes, pp. 495-404-. In: S. Ben-Yehoshua. (ed.). 14th International congress on plastic in agriculture. Laser Pages Publishing, Jerusalem, Israel. c. a. Hort. Abstr. 69(4): 3160, 1999.

Bernal, R. F. and R. D. Berger. 1996. The spread of epiphytic populations of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper in the field. Journal of Phytopathology 144(9/10): 479-484. c. a. Hort. Abstr. 67(6): 4995, 1997.

Beverly, R. B. and J. G. Latimer. 1994. Drought and mechanical conditioning of tomato and eggplant transplants have little effect on subsequent yield. Proceeding of the Florida State Horticultural Society 107: 109-111.

Biles, C. L., M. M. Wall, and K. Blackstone. 1993. Morphological and physiological changes during maturation of New Mexican type peppers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(4): 476-480.

Black, L. L., S. K. Green, G. L. Hartman, and J. M. Poulos. 1991. Pepper diseases: a field guide. Asian Veg. Res. Dev. Centre, AVRDC Pub. No. 91-347. 98 p.

Blanke, M. M. and P. A. Holthe. 1997. Bioenergetics, maintenance respiration and transpiration of pepper fruits. J. Plant Phys. 150(3): 247-250.

Bletsos, F. A., C. C. Thanassoulopouls, and D. G. Roupakias. 1999. Water stress and *Verticillium* wilt severity on eggplant (*Solanum melongena* L.). J. Phytopath. 147(4): 243-248.

Blom-Zandstra, M., S. A. Vogelzang, and B. W. Veen. 1998. Sodium fluxes in sweet pepper exposed to varying sodium concentrations. J. Exp. Bot. 49(328): 1863-1868.

Bosland, P. W. 1992. Chiles: a diverse crop. HortTechnology 2: 6-10.

Boswell, V. R. 1937. Improvement and genetics of tomatoes, pepper, and eggplant, pp. 176-206. In: U.S. Dept. Agr. Yearbook of Agriculture: Better Plants and Animals II, Wash., D. C.

Bracy, R. P. 1997. Bell pepper yields not affected by stand deficiencies or replanting. HortTechnology 7(2): 138-142.

Bracy, R. P., H. A. Hobbs, and D. Dufresne. 1996. *Phytophthora* blight in bell pepper - can it be controlled? Louisiana Agriculture 39(3): 18-19. c. a. Hort. Abstr. 67(8): 6969, 1997.

Brown, J. E., C. Stevens, M. C. Osborn, and H. M. Bryce. 1989. Black plastic mulch and spunbonded polyster row cover as method of southern blight control in bell pepper. Plant Dis. 73: 931-932.

Budnik, K., M. D. Laing, and J. V. da Graca. 1996. Reduction of yield losses in

pepper crops caused by potato virus Y in KwaZulu-Natal, South Africa, using plastic mulch and yellow sticky traps. Phytoparasitica 24(2): 119-124.

Café-Filho, A. C. and J. M. Duniway. 1995. Dispersal of *Phytophthora capsici* and *P. parasitica* in furrow-irrigated rows of bell pepper, tomato and squash. Plant Path. 44(6): 1025-1032.

Café-Filho, A. C. and J. M. Duniway, 1995. Effects of furrow irrigation schedules and host genotypes on Phytophthora root rot of pepper. Plant Dis. 79(1): 39-43.

Café-Filho, A. C. and J. M. Duniway. 1996. Effect of location of drip irrigation emitters and position of *Phytophthora capsici* infections in roots on Phytophthora root rot of pepper. Phytopathology 86: 1364-1369.

Campbell, H. L., M. Wilson, and J. M. Byrne. 1997. Novel chemicals control bacterial spot and may reduce copper contamination problems. Highlights of Agricultural Research–Alabama Agricultural Experiment Station 44(2): 10-11. c. a. Rev. Plant Path. 77(7): 5769, 1997.

Cantliffe, D. J. and P. Goodwin. 1975. Red color enhancement of pepper fruits by multiple applications of ethephon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100: 157-161.

Carmo, M. G. F. do, L. A. Maffia, O. Kimura, and A. de O. de Carvalho. 1996. Spread of bacterial leaf spot of pepper, caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, under nursery conditions. (In Portuguese with English summary). Fitopatologia Brasileira 21(1): 85-93. c. a. Rev. Plant Path. 76(12): 9894, 1997.

Carter, A. K. 1994. Effect of NaCl concentration and temperature on germination of 'Tam Verocruz' chile seed (*Capsicum annuum*). J. Seed Tech. 18(1). 16-20.

Carter, A. K. 1997. Effect of NaCl and Pro-Gibb T priming treatments on germination of 'Tam Veracruz' and 'Early Jalapeno' chile (*Capsicum annuum*) seed. Seed Technology 19(1): 16-23.

Carter, J. and C. Johnson. 1988. Influence of different types of mulches on eggplant production. HortScience 23: 143-145.

Cavero, J., R. G. Ortega, and C. Zaragoza. 1996. Clear plastic mulch improved seedling emergence of direct-seeded pepper. HortScience 31(1): 70-73.

Chao, Y. C. and Y. L. Chen. 1997. Influence of fluorescent pseudomonads isolated from eggplant roots on the growth and the disease development of bacterial wilt of eggplant. Bulletin of National Pingtung Polytechnic Institute 6(2): 101-112. c. a. Rev. Plant Path. 77(6): 4941, 1999.

Chartzoulakis, K. S. 1995. Salinity effects on fruit quality of cucumber and eggplant. Acta Horticulturae No. 379: 187-192.

Chartzoulakis, K. S. and M. H. Loupassaki,. 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. Agricultural Water Management 32(3): 215-225. c. a. Hort. Abstr. 67(10): 8615, 1997.

Chen, F. H., W. Y. Zhang, and G. B. Wu. 1994. Physiological response of alternating-temperature treated sweet peppers to chilling stress. (In Chinese with English summary). Acta Hort. Sinica 21(4): 361-356. c. a. Hort. Abstr. 65(9): 8019, 1995.

Chen, N. C., H. M. Li, and J. F. Wang. 1997. Bacterial wilt resistance sources in eggplant, *Solanum melongena*. Capsicum & Eggplant Newsletter No. 16: 111-114. c. a. Rev. Plant Path. 77(7): 5812, 1998.

Chew-Madinaveitia, Y. I., E. Zavaleta-Mejia, F. Del-Gadillo-Sanchez, R. Valdivia-Alacala, M. R. Pena-Martinez, and E. Cardenas-Soriano. 1995. Evaluation of control strategies for virus diseases of pepper (*Capsicum annuum* L.). (In Spanish with English summary). Fitopatologia 30(2): 74-84. c. a. Hort. Abstr. 66(7): 5999, 1996.

Choe, J. S., Y. C. Um, K. H. Kang, and W. S. Lee. 1994. The effects of night temperature and duration of the nursery period on the quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings. (In Korean with English summary) J. Korean Soc. Hort. Sci. 35(1): 1-11. c. a. Hort. Abstr. 65(12): 10777, 1995.

Choi, J. M., J. W. Ahn, J. H. Ku, and Y. B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical peoperties of soil and seedling growth of red-pepper in plug system. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 38(6): 618-624. c. a. Hort. Abstr. 68(5): 4208, 1998.

Choudhury, B. 1976. Eggplant, pp. 278-279. In: N. W. Simmonds (Ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Chu, M., J. J. Lopez-Moya, C. Llave-Correas, and T. P. Pirone. 1997. Two separate regions in the genome of tobacco etch virus contain determinats of the wilting response of Tobasco pepper. Molecular Plant-Microbe Interactions 10(4): 472-480.

Chupp, C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N. Y. 693 p.

Ciccarese, F., M. Amenduni, D. Schiavone, and M. Cirulli. 1994. Effect of verticillium wilt on the yield of susceptible and "slow wilting" resistant eggplants in the field. (In Italian with English summary). Phytopathologia Mediterranea 33(3): 212-216.

Claussen, W. and F. Lenz. 1995. Effect of ammonium and nitrate on net photosynthesis, flower formation, growth and yield of eggplants (*Solanum melongena* L.). Plant and Soil 171(2): 267-274.

Cochran, H. L. 1939. Root growth and distribution of the Perfection pimiento (*Capsicum frutescens* var. *Grossum*). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 36: 567.

Cochran, H. L. 1941. Growth of the Perfection pimiento fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38: 557-562.

Cochran, H. L. 1963. A qualitative study of some anatomical constituents of the raw Pimiento fruit. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83-613-617.

Cochran, H. L. 1974. Effect of seed size on uniformity of Pimiento transplants (*Capsicum annuum* L.) at harvest time. J. Amer. Soc. Hort. Sci. Hort. Sci. 99: 234-235.

Collar, J. L., C. Avilla, M. Duque, and A. Fereres. 1997. Behavioral response and virus vector ability of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) probing on pepper plants treated with aphicides. Journal of Economic Entomology 90(6): 1628-1634.

Colombo, A., O. Sortino, S. Cosentino, A. Nucifora, and B. Barbarossa. 1995. Application of predatory fungi (*Arthrobotrys* spp.) for the control of root knot nematodes on egg-plant in an unheated plastic house. (In Italian with English summary). Nematologia Mediterranea 23(suppl) 149-152. c. a. Hort. Abstr 67(1): 434, 1997.

Conrad, R. S. and F. J. Sundstrom. 1987. Calcium and ethephon effects on Tabasco pepper leaf and fruit retention and fruit color development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 424-426.

Contreras-Padilla, M. and E. M. Yahia. 1998. Changes in capsaicinoids during development, maturation, and senescence of chile peppers and relation with peroxidase activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46(6): 2075-2079.

Cooksey, J. R., B. A. Khan, and J. E. Motes. 1994. Calcium and ethephon effects

on paprika pepper fruit retention and fruit color development. HortScience 29(7): 792-794.

Cooksey, J. R., B. A. Khan, and J. E. Motes. 1994. Plant morphology and yield of paprika pepper in response to method of stand establishment. HortScience 29(11): 1282-1284.

Coons, J. M., R. O. Kuehl, N. F. Obeker, and N. R. Simons. 1989. Seed germination of seven pepper cultivars at constant or alternating high temperatures. J. Hort. Sci. 64: 705-710.

Cornillon, P. and A. Palloix. 1995. Impact of substrate salinity and root temperature on pepper growth and nutrition. Fruits (Paris) 50(6): 421-426, 469-471. c. a. Hort. Abstr. 67(4): 3134, 1997.

Cornillon, P. and A. Palloix. 1997. Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of pepper cultivars. J. Plant Nutr. 20(9): 1085-1094.

Csizinsky, A. A. 1997. Response of microirrigated bell pepper to phosphorus sources and rates. Proceeding -Soil and Crop Science Society of Florida. 56: 20-24.

Dainello, F. J. and R. R. Heineman. 1987. Influence of polyethylene-covered trenches on yield of bell pepper. HortScience 22: 225-227.

Daniell, I. R. and C. L. Falk. 1994. Economic comparison of *Phytophthora* root rot control methods. Crop Protection 13(5): 331-336.

Daood, H. G., M. Vinkler, F. Markus, E. A. Eebshi, and P. A. Biacs. 1996. Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. Food Chemistry 55(4): 365-372.

Date, H., H. Nasu, and M. Hatamoto. 1994. Breakdown of resistance of eggplant rootstock (*Solanum torvum* Swartz) to baterial wilt by high ambient temperature. Annals of the Phytopathological Society of Japan 60(4): 483-486. c. a. Rev. Plant Path. 76(1): 486.

Decoteau, D. R., M. J. Kasperbauer, and P. G. Hunt. 1990. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. HortScience 25: 460-462.

Deli, J., Z. Matus, and J. Szabolcs. 1992. Carotenoid comparison in the fruit of black paprika (*Capsicum annuum* variety *longum nigrum*) during ripening. J. Agric. Food Chem. 40(11): 2072-2076.

Diaz-Pérez. J. C. 1998. Packaging of 'Classic' and 'Japanese' aubergines (*Solanum melongena* L.) with polyethylene films (In Spanish with English summary). Agrociencia 32(1): 71-74. c. a. Hort. Abstr. 69(4): 3165, 1999.

Dufault, R. J. and J. R. Schultheis. 1994. Bell pepper seedling growth and yield following pretransplant nutritional conditioning. HortScience 29(9): 999-1001.

Dufault. R. J., B. Villalon, and M. Q. Smith. 1987. Orientation of root and cotyledon in pepper seedlings and its use in field production. HortScience 22: 418-420.

Dukes, P. D., Sr. and R. L. Fery. 1997. 'Charleston Hot', a southern root-knot nematode-resistant, yellow-fruited cayenne pepper with a compact plant habit. HortScience 32(5): 947-948.

Edwards, R. L. and F. J. Sundstrom. 1987. Afterripening and harvesting effects on Tabasco pepper seed germination performance. HortScience 22: 473-475.

Elia, A., G. Conversa, F. Serio, and P. Santamaria. 1997. Response of egg plant to NH_4NO_3 ratio, pp. 167-180. In: Proceedings of the 9th International Congress on Soilless Culture. International Society for Soilless Culture, Wageningen, Netherlands.

Ellil, A. H. A. A., N. G. H. Awad, and S. T. A. El-Haleem. 1998. Biocontrol of vegetable root rot disease by *Trichoderma harzianum* and *T. viride* role of sugars and amino acids in host resistance. African Journal of Mycology and Biotechnology 6(2): 25-41.

Elmer, W. H. and F. J. Ferrandino. 1991. Effect of black plastic mulch and nitrogen side-dressing on verticillium wilt of eggplant. Plant Dis. 75: 1164-1167.

El-Saeid, H. M., R. M. Imam, and S. M. Abd El-Halim, 1996. The Effect of different night temperatures on morphological aspects, yield parameters and endogenous hormones of sweet pepper. Egypt. J. Hort. 23(2): 145-165.

El-Sayed, H. 1992. Proline metabolism during water stress in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) plant. Phyton (Horn) 32(2): 255-261. c. a. Hort. Abstr 65(1): 400, 1995.

Eris, A., H. O. Sivritepe, and N. Sivritepe. 1995. The effects of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. Acta Hort. No. 412: 185-192.

Estrade, B., F. Pomar, J. Diaz, F. Merino, and A. Bernal. 1997. Evolution of capsaicinoids in *Capsicum annuum* L. var. *annuum* cv. Padron fruit at different growth stages. Capsicum & Eggplant Newsletter No. 16: 60-63.

Fahim, T. and Y. Henis. 1995. Quantitative assessment of the interaction between the antagonistic fungus *Talaromyces flavus* and the wilt pathogen *Verticillium dahliae* on eggplant roots. c. a. Rev. Plant Path 75(3): 1802, 1996.

Fallik, E., N. Temkin-Gorodeiski, S. Grinberg, I. Rosenberger, B. Shapiro, and A. Apelbaum. 1994. Bulk packaging for the maintenance of eggplant quality in storage. J. Hort. Sci. 69(1): 131-135.

Fallik, E., Y. Aharoni, S. Grinberg, A. Copel, and J. D. Klein. 1994. Postharvest hydrogen peroxide treatment inhibits decay in eggplant and sweet red pepper. Crop Protection 13(6): 451-454.

Fallik, E., N. Temkin-Gorodeiskin, S. Grinberg, and H. Davidson. 1995. Prolonged low-temperature storage of eggplants in polyethylene bags. Postharvest Biology and Technology 5(1/2): 83-89.

Fallik, E., S. Grinberg, S. Alkalai, and S. Lurie. 1996. The Effectiveness of postharvest hot water dipping on the control of grey and black moulds in sweet red pepper (*Capsicum annuum*). Plant Pathology 45(4): 644-649.

Fallik, E., O. Ziv, S. Grinberg, S. Alkalai, and J. D. Klein. 1997. Bicarbonate solutions control powdery mildew (*Leveillula taurica*) on sweet red pepper and rednce the development of postharvest fruit rotting. Phytoparasitica 25(1): 41-43.

Fallik, E., S. Grinberg, and O. Ziv. 1997. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay development on bell pepper fruits. J. Hort. Sci. 72(1): 35-41.

Fallik, E., S. Grinberg, S. Alkalai, O. Yekutieli, A. Wiseblum, R. Regev, H. Beres, and E. Bar-Lev. 1999. A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper. Postharvest Biology and Technology 15(1): 25-32.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1998. Production yearbook. FAO, Rome, Italy. 233 p.

Farghali, M. A. 1994. Effect of plastic mulches on off season eggplant production. Assiut J. Agric. Sci. 25(3): 97-112.

Fery, R. L. and J. A. Thies. 1997. Evaluation of *Capsicum chinense* Jacq. cultigens for resistance to the southern root-knot nematode. HortScience 32(5): 823-926.

Fery, R. L. and J. A. Thies. 1998. Genetic analysis of resistance to the southern root-knot nematode in *Capsicum chinense* Jacq. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(6): 1008-1001.

Fery, R. L., P. D. Dukes, Sr., and J. A. Thies. 1998. 'Carolina Wonder' and 'Charlesto Belle': Southern root-knot nematode-resistant bell peppers. HortScience 33(5): 900-902.

Fieldhouse, D. J. and M. Sasser. 1975. Stimulation of pepper seed germination by sodium hypochlorite treatment. HortScience 10: 622.

Fiume, F. 1994. Seed disinfection of pepper (*Capsicum annuum* L.) from *Alternaria* Nees. Acta Horticulturae No. 362: 311-318.

Flores Velasqsquez, J. and J. L. Ibarra. 1998. Cultivation of peppers using plastics nulch with coloured filmls and nutrient irrigatioo. Plasticulture No. 16: 16-26.

Forster, H., J. E. Adaskaveg, D. H. Kim, and M. E. Stanghellini. 1998. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to phytophthora root and crown rot in hydroponic culture. Plant Disease 82(10): 1165-1170.

Gaye, M. M., G. W. Eaton, and P. A. Jolliffe. 1992. Rowcovers aod plant architecture inffuence development and spatial distribution of bell pepper fruit. HortScience 27: 397-399.

Gaye, M. M., P. A. Jolliffe, and A. R. Maurer. 1992. Row cover and population density effects on yield of bell peppers in south coastal British Columbia. Canadian Journal of Plant Science 72: 901-909.

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production. Longman, London. 318 p.

Gersch, K. P., C. E. Motsembocker, and G. A. Long. 1998. Anatomical description of the fruit-receptacle detachment area in cayenne pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(4): 550-555.

Ghaouth, A. E., J. Arul, C. Wilson, and N. Benhamou. 1997. Biochemical and cytochemical aspects of the interactions of chitosan and *Botrytis cinerea* in bell pepper fruit. Postharvest Biology and Technology 12(2): 183-194.

Ghate, S. R. and M. S. Chinnan. 1987. Storage of germinated tomato and pepper seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 645-651.

Gitaitis, P. D., C. C. Dowler, and R. B. Chalfant. 1998. Epidemiology of tomato spotted wilt in pepper and tomato in southern Georgia. Plant Disease 82: 752-756.

Giulianini, D., S. Nuvoli, A. Pardossi, and F. Tognoni. 1992. Pregermination treatment of tomato and pepper seeds. (In Italian with English summary). Colture Protette 21(6): 73-79. c. a. Hort. Abstr. 64(10): 7958, 1994.

Gomez, I., J. Navarro Pedreno, R. Moral, M. R. Iborra, G. Palacios, and J. Mataix. 1996. Salinity and nitrogen fertilization affecting the macronutrient control and yield of sweet pepper plants. Journal of Plant Nutrition 19(2): 353-359.

Gomez, R., J. E. Pardo, F. Navarro, and R. Varon. 1998. Colour differences in paprika pepper varieties (*Capsicum annuum* L.) cultivated in a greenhouse and in the open air. J. Sci. Food Agric. 77(2): 268-272.

Gomez-Ladron de Guevara, R., V. Parra-Lopez, J. E. Pardo-Gonzalez, M. L. A. Saus, and R. Varon-Castellanos. 1998. Influence of storage conditions on pigment degradation in paprikas from different greenhouse pepper cultivars. J. Sci. Food Agric. 78(3): 321-328.

Gonzalez, G. and M. Tiznado. 1993. Postharvest physiology of bell peppers stored in low density polyethylene bags. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 26(5): 450-455.

Govedarica, M., N. Milosevic, M. Jarak, D. Milosev, and S. Djuric. 1997. Diazotrophs and their activity in pepper. Acta Horticulturae No. 462: 725-732.

Graham, H. A. H. and D. R. Decoteau. 1995. Regulation of bell pepper seedling growth with end-of-day supplemental fluorescent light. HortScience 30(3): 487-489.

Green, S. K. 1991. Guidelines for diagnostic work in plant virology. 2nd edition. Asian Vegetable Research and Development Center. Tech. Bull. No. 15. 63 p.

Greenleaf, W. H. 1986. Pepper breeding, pp. 67-134. In: M. J. Bassett. (Ed.). Breeding vegetable crops. Avi. Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Guldan, S. J., C. A. Martin, J. Cueto-Wong, and R. L. Steiner. 1996. Interseeding legumes into chile: legume productivity and effect on chile yield. HortScience 31(7): 1126-1128.

Guldan, S. J., C. A. Martin, and C. L. Falk. 1998. Interseeding snap pea into stands of chile pepper reduces yield of pea more than that of chile. HortScience 33(4): 660-662.

Gunes, A., A. Inal, and M. Alpaslan. 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline, and mineral composition of pepper. J. Plant Nutr. 19(2): 389-396.

Han, X. B., R. Q. Li, J. B. Wang, and C. Miao. 1996. Effect of heat stress on pollen development and pollen viability of pepper. (In Chinese with English summary). Acta. Horticulturae Sinica 23(4): 359-364.

Hartz, T. K. and G. J. Hochmuth. 1996. Fertility management of drip-irrigated vegetables. HortTechnology 6(3): 168-172.

Hartz, T. K., M. Lestrange, and D. M. May. 1993. Nitrogen requirements of drip-irrigated peppers. HortScience 28(11): 1097-1099.

Harvell, K. P. and P. W. Bosland. 1997. The environment produces a significant effect on pungency of chiles. HortScience 32(7): 1292.

Hatt, H. A., M. J. McMahon, D. E. Linvill, and D. R. Decoteau. 1994. Influence of spectral qualities and resulting soil temperatures of mulch films on bell pepper growth and reproduction. Plasticulture No. 101: 13-22.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakiston Co., Inc., N. Y. 626 p.

Hedrick, U. P. (Ed.). 1919. Sturtevants notes on edible plants. J. B. Lyon Co., Albany, N. Y. 686 p.

Hegde, D. M. 1997. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. ASPAC Food & Fertilizer Technology Center (Taipei, Taiwan), Extension Bulletin No. 441. 9 p. c. a. Hort. Abstr. 68(8): 6768, 1998.

Heiser, C. H., Jr. 1976. Peppers, pp. 265-268. In: N. W. Simmonds. (ed.). Evolution of crop plants. Longman., London. 339 p.

Henz, G. P. and C. Silva. 1995. Conservation of aubergine fruits, cv. Cica, by refrigeration and film-wrapping. (In Portuguese with English summary). Pesquisa Agropecuaria Brasileira 30(2): 157-162. c. a. Hort. Abstr 67(6): 5004, 1997.

Heuvelink, E. and L. F. M. Marcelis. 1996. Influence of assimilate supply on leaf formation in sweet pepper and tomato. J. Hort. Sci. 71(3): 405-414.

Ho, L. C. and D. J. Hand. 1997. Cultivar and cultural aspects of the prevention of blossom-end rot in tomato and pepper, pp. 197-205. In: Proceedings of the 9th International Congress on Soilless Culture. International Society for Soilless Culture, Wageningen, Netherlands.

Hochmuth, G. J. 1994. Efficiency ranges for nitrate-nitrogen and potassium for vegetable petiole sap quick tests. HortTechnology 4(3): 218-222.

Hochmuth, G. J., R. C. Hochmuth, M. E. Donley, and E. A. Hanlon. 1993. Eggplant yield in response to potassium fertilization on sandy soil. HortScience 28: 1002-1005.

Hong, J. K. and B. K. Hwang. 1998. Influence of inoculum density, wetness duration, plant age, inoculation method, and cultivar resistance on infection of pepper plants by *Colletorichum coccodes*. Plant Disease 82: 1079-1083.

Hong, J. K., B. K. Hwang, and C. H. Kim. 1999. Induction of local and systemic resistance to *Colletotrichum coccodes* in pepper plants by DL-β-amino-n-butyric acid. J. Phytopath. 147(4): 193-198.

Horbowicz, M. and K. Grudzien. 1995. Effect of some factors on vitamin E content in capsicum fruits. (In Polish with English summary). Biuletyn Warzywniczy 43: 75-92.

Hornero-Mendez, D. and M. I. Minguez-Mosquera. 1998. Isolation and indentification of the capsolutein from *Capsicum annuum* as cucurbitaxanthin A. J. Agric. Food Chem. 46(10): 4087-4090.

Houten, Y. M. van and P. van Stratum. 1995. Control of western flower thrips on sweet pepper in winter with *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) and *A. degenerans* Berlese, pp. 245-248. In: B. L. Parker, M. Skinner, and T. Lewis (eds.). Thrips biology and management. Plenum Pub. Co., London.

Howard, L R., R.T. Smih, A. B. Wagner, B. Villalon, and E. E. Burns. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos J. Food Sci. 59(2): 362-365.

Hwang, B. K. and C. H. Kim. 1995. Phytophthora blight of pepper and its control in Korea. Plant disease 79(3): 221-227.

Ikeda, T., H. Yakushiji, M. Oda, A. Taji, and S. Imada. 1999. Growth dependence of ovaries of facultatively parthenocarpic eggplant *in vitro* on indole-3-acetic acid contenet. Scientia Horticulturae 79(3/4): 143-150.

Iwahori, Y., Y. F. Zhou, Y. Ueda, and K. Chachin. 1998. Ascorbate metabolism during maturation of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. J. Japanese Soc. Hort. Sci. 67(5): 798-804. c. a. Hort. Abstr. 69(1): 469, 1999.

Ishikawa, K., O. Nunomura, H. Nakamura, H. Matsufuji, and M. Takeda. 1997. High ascorbic acid contents in the fruits of a deep-green cultivar of *Capsicum annuum* throughout the fruit development. Capsicum & Eggplant Newsletter No. 16: 52-55.

Ishikawa, K., T. Janos, S. Sakamoto, and O. Nunomura. 1998. The contents of capsaicinoids and their phenolic intermediates in the various tissues of the plants of *Capsicum annuum* L. Capsicum & Eggplant Newsletter No. 17: 22-25.

Ismail, A. I. 1981. Physiological and chemical studies on seeds of some vegetable crops (pepper). M. S. Thesis., Fac. Agr., Cairo Univ. 74 p.

Ismail, A. E. and M. M. A. Youssef. 1997. Influence of some organic manures as soil amendments on development and reproduction of *Rotylenchulus reniformis* infecting eggplant and *Hirschmanniella oryzae* infecting rice. Anzeiger fur Schadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 70(3): 58-61. c. a. Hort. Abstr. 67(11): 9556, 1997.

Jaafar, H., C. R. Black, and J. G. Atherton. 1994. Water relations, dry matter distribution and reproductive development of sweet pepper (*Capsicum annuum*). Aspects of Applied Biology No. 38: 299-306.

Jang, H. G. and S. S. Chung. 1998. Cultivar differences in dry matter production and potentially-grown fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in rockwool culture. J. Korean Soc. Hort. Sci. 39(6): 676-679. c. a. Hort Abst. 69(5): 4102, 1999.

Janssens, M. F. M. 1994. Development of intelligent CA storage systems for fruit and vegetables: CA containers, pp. 89-93. In: P. Eccher Zerbini et al. (eds.). The post-harvest treatment of fruit and vegetables: controlled atmosphere storage of fruit and vegetables. Commission of the European Communities, Brussels, Belgium. c. a. Hort. Abstr. 66(9): 7782, 1996.

Jarlan, A., D. de Oliveira, and J. Gingras. 1997. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in green-house by syrphid fly *Eristalis tenax* (L.). Acta Horticulturae No. 437: 335-339.

Jeong, Y. O. and J. L. Cho. 1996. Efect of temperatures and periods of dehydration of primed seeds and seed moisture content during storage on the germinability of red pepper seeds. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 37(4): 522-525. c. a. Hort. Abstr. 67(1): 414, 1997.

Jeong, B. R. and E. J. Lee. 1997. Growth of plug seedlings of *Capsicum annuum* as affected by ion concentration and NH_4:NO_3 ratio of nutrient solution. Hort. Abstr. 69(8): 6925, 1999.

Jeyalakshmi, C., P. Durairaj, K. Seetharaman, and K. Sivaprakasam. 1998.

Biocontrol of fruit rot and die-back of chilli using antagonistic microorganisms. Indian Phytopath. 51(2): 180-183. c. a. Rev. Plant Path. 78(4): 2809, 1999.

Jindal, K. K. and Ravinder Malhotra. 1995. Studies on the management of bacterial spot of bell pepper caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) dye. Plant Disease Research 10(2): 147-152.

Jo, M. H., M. Yamamoto, S. Matsubara, and K. Murakami. 1997. Fruit yield, and ascorbic acid and capsaicinoid contents in the fruit of intervarietal hybrids of *Capsicum annuum* L. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65(4): 713-722. c. a. Plant Breed. Abstr. 67(7): 7329, 1997.

Johnson, D. and D. E. Knavel. 1990. Inheritance of cracking and scarring in pepper fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 172-175.

Jones, J. B., R.E. Stall, and H. Bouzar. 1998. Diversity among xanthomonads pathogenic on pepper and tomato. Ann. Rev. Phytopath. 36: 41-58.

Jung, K. C., J. W. Lim, S. H. Kim, Y.S. Lim, and J. W. Kim. 1998. Bacterial node soft rot of pepper (*Capsicum annuum* L.) caused by *Erwinia carotovara* subsp. *carotovora*. (In. Korean with English summary). Korean J. Plant Path. 14(6): 741-743. c. a. Rev. Plant Path. 78(9): 6336, 1999.

Kahn, B. A., J. E. Motes, and N. O. Maness. 1997. Use of ethephon as a controlled abscission agent on paprika pepper. HortScience 32(2): 251-255.

Kanahama, K. 1994. Studies on fruit vegetables in Japan. Horticultural Abstracts 64(1): 1-15.

Kang, N. J., Y. O. Jeoung, J. L. Cho, and S. M. Kang. 1997. Changes of seed proteins related to low temperature of primed seeds of pepper (*Capsicum annuum* L.). (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 38(4): 342-346. c. a. Hort. Abstr. 68(1): 440, 1998.

Kang, N. J., J. L. Cho, and S. M. Kang. 1997. Low temperature germinability of K_3PO_4-primed and pH-regulated seeds of pepper. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 38(5): 459-463. c. a. Hort. Abstr. 68(2): 1345, 1998.

Kano, K., T. Fujimura, T. Hirose, and Y. Tsukamoto. 1957. Studeis on the thickening growth of garden fruits. I. On the cushaw, eggplant and pepper. Kyoto Univ. Res. Inst. Food Sci. Mem. 1957 (12): 45-90 (Bib. Agr. 21: Abstr. No. 72342).

Katerji, N., M. Mastrorilli, and A. Hamdy. 1993. Effects of water stress at different growth stages on pepper yield. Acta Horticulturae No. 335: 165-171.

Kaushal, N. and S. K. Sugha. 1995. Role of *Phomopsis vexans* in damping-off of seedlings in egg plant and its control. Indian J. Myc. Plant Path. 25(3): 189-191. c. a. Hort. Abstr. 66(12): 10534, 1996.

Kaynas, K., S. Ozelkok, N. Surmeli, and K. Abak. 1995. Controlled and modified atmosphere storage of eggplant (*Solanum melongena* L.) fruits. Acta Horticulturae No. 412: 143-151.

Khalf-Allah, A. M., H. M. Badr, and I. A. Abou-El-Fadl. 1982. Recurrent selection for improving some economical characters in chili pepper (*Capsicum minimum* Roxb.). Egypt. J. Hort. 9: 225-231.

Khan, E. M. and H. C. Passam. 1992. Flowering, fruit set and development of the fruit and seed of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivated under conditions of high ambient temperature. J. Hort. Sci. 67: 251-258.

Khan, E. M. and H. C. Passam. 1992. Sodium hypochlorite concentration, temperature, and seed age influence germination of sweet pepper. HortScience 27(7): 821-823.

Kim, S. H., Y. H. Kim, Z. W. Lee, B. D. Kim, and K. S. Ha. 1997. Analysis of chemical constituents in fruits of red pepper (*Capsicum annuum* L. cv. *Bugang*). (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 38(4): 384-390. c. a. Hort. Abstr. 68(1): 447, 1998.

Kim, K. D., S. Nemec, and G. Musson. 1997 Effects pf composts and soil microflora and phytophthora root and crown rot of bell pepper. Crop Protection 16(2): 165-172.

Kim, K. D., B. J. Oh, and J. Yang. 1999. Differential interactions of a *Colletotrichum gloeosporioides* isolate with green and red pepper fruits. Phytoparasitica 27(2): 97-106.

Kluge, R. A., V. A. Modolo, A. P. Jacomino, J. A. Scarpare Folho, J. Tessarioli Neto, and K. Minami. 1998. Behavior of three vegetable fruits subjected to intermittent warming during cold storage. (In Portuguese with English summary). Scientia Agricola 55(3): 473-479. c. a. Hort. Abstr. 69(6): 4881, 1999.

Kobata, K, T. Todo, S. Yazawa, K. Iwai, and T. Watanabe. 1998. Novel capsaicinoide-like substances, capsiate and dihydrocapsiate, from the fruits of a

nonpungent cultivar, CH-19 Sweet, of pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Agric Food Chem. 46(5): 1695-1697.

Kobota, K., K. Sutoh, T. Todo, S. Yazawa, K. Iwai, and T. Watanabe. 1999. Nordihydrocapsiate, a new capsinoid from the fruit of a nonpungent pepper, *Capsicum annuum*. Journal of Natural Products 62(2): 335-336.

Kobayashi, H., J. H. Keithly, and H. Yokoyama. 1991. Improvement in the fruit set and harvest index of eggplant by 2-(3,4-dichlorophenoxy) triethylamine hydrochloride (DCPTA). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 60: 77-81. c. a. Hort. Abstr. 63: 392, 1993.

Kousik, C. S. and D. F. Ritchie. 1996. Disease potential of pepper bacterial spot pathogen races that overcome the Bs2 gene for resistance. Phytopathology 86: 1336-1343.

Kousik, C. S., D. C. Sanders, and D. F. Ritchie. 1994. Yield of bell peppers as impacted by the combination of bacterial spot and a single hail storm: will copper spray help? HortTechnology 4(4): 356-358.

Kousik, C. S., D. C. Sanders, and D. F. Ritchie. 1996. Mixed genotypes combined with copper sprays to manage bacterial spot of bell peppers. Phytopatbology 86: 502-508.

Kreij, C. de and H. Basar. 1997. Leaf tip yellowing in eggplant is caused by boron deficiency. J. Plant Nutr. 20(1): 47-53.

Kring, T. B. and D. J. Schuster. 1992. Management of insects on pepper and tomato with UV-reflective mulches. Florida Entomologist 75: 119-129.

Kropezynska, D. and A. Tomczyk. 1996. Development of *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* Boisd, populations on sweet pepper and *Phytosciulus persimilis* (A.-H.) effectiveness in their control. Bull. OILB/SROP 19(1): 71-74. c. a. Hort. Abstr. 67(1): 425, 1997.

Kumar, S. and S. Vadivelu. 1996. Evaluation of organic amendments for management of root-knot and reniform nematodes infecting brinjal, as compared with carbofuran. Pest Management in Horticultural Ecosystems 2(2): 71-74.

Lacasa, A., J. Contreras, A. Torres, M. Gonzalez, C. Martinez, F. Garcia, and A. Hernandez. 1994. Use of screens in glasshouse peppers to control *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and tomato spotted wilt virus (TSWV). Boletin de Sanidad Vegetal, Plagas 20(3): 561-580. c. a. Hort. Abstr. 66(5): 4190, 1996.

Lapidot, M., I. Paran, R. Ben-Joseph, S. Ben-Harush, M. Pilowsky, S. Cohen, and C. Shifriss. 1977. Tolerance to cucumber mosaic virus in pepper: Development of advanced breeding lines and evaluation of virus level. Plant Dis. 81: 185-188.

Latimer, J. G. 1994. Pepper transplants are excessively damaged by brushing. HortScience 29(9): 1002-1003.

Lee, Y., L. R. Howard, and B. Villalon. 1995. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. J. Food Sci. 60(3): 473-476.

Lee, T. H., A. Sugiyama, J. Ofosu-Anim, K. Takeno, H. Ohno, and S. Yamaki. 1997. Activation of sucrose-metabolizing enzymes and stimulation of sucrose uptake by auxin and sucrose in eggplant (*Solanum melongena* L.). J. Plant Phys. 150(3): 297-301.

Lee, T. H., A. Sugiyama, K. Takeno, H. Ohno, and S. Yamaki. 1997. Changes in content of indole-3-acetic acid and in activities of sucrose-metabolizing enzymes during fruit growth in eggplant (*Solanum melongena* L.). J. Plant Phys. 150(3): 292-296.

Lee, J. W., K. Y. Kim, and J. H. Chung. 1997. Studies of priming condition and priming method for bulk treatment of hot pepper seeds. (In Korean with English summary). RAD Journal of Horticulture Science 39(1): 1-8. c. a. Hort. Abstr. 68(4): 3178, 1998.

Leonaedi, C. and D. Romano. 1997. Control of fruiting in greenhouse aubergines. (In Italian with English summaty). Colture Protette 26(7/8): 67-71. c. a. Hort. Abstr. 67(12): 10542, 1997.

Lerdthanangkul, S. and J. M. Krochta. 1996. Edible coating effects on postharvest quality of green bell peppers. J. Food Sci. 61(1): 176-179.

Leskovar, D. I. and D. J. Cantliffe. 1993. Comparison of plant establishment method, transplant, or direct seeding on growth and yield of bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118: 17-22.

Levy, A., S. Harel, D. Palevitch, B. Akiri, E. Menagem, and J. Kanner. 1995. Carotenoid pigments and β-carotene in paprika fruits (*Capsicum* spp.) with different genotypes. J. Agric. Food Chem. 43(2): 362-366.

Lewis, J. A. and R. P. Larkin. 1997. Extruded granular formulation with biomass of biocontrol *Gliocladium virens* and *Trichoderma* spp. to reduce damping-off of

eggplant caused by *Rhizoctonia solani* and saprophytic growth of the pathogen in soil-less mix. Biocontrol Science and Technology 7(1): 49-60.

Lewis, J. A. and R. P. Larkin. 1998. Formulation of the biocontrol fungus *Cladorrhinum foecundissimum* to reduce damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum*. Biological Control 12(3): 182-190.

Lewis, J. A., D. R. Fravel, R. D. Lumsden, and B. S. Shasha. 1995. Application of biocontrol fungi in granular formulations of pregelatinized starch-flour to control damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani*. Biological Control 5(3): 397-404.

Li, S. L., S. J. Zhao, and L. Z. Zhao. 1997. Effects of VA mycorrhizae on the growth of eggplant and cucumber and control of diseases. (In Chinese with English summary). Acta Phytophylacia Sinica 24(2): 117-120. c. a. Hort. Abstr. 68(9): 7794, 1998.

Lin, W. C., J. W. Hall, and M. E. Saltveit. 1993. Fruit ripening affects chilling injury of greenhouse peppers. Acta Horticulturae No. 343: 225-229.

Lin, W. C., J. W. Hall, and M. E. Saltveit. 1993. Ripening stage affects the chilling sensitivity of greenhouse-grown peppers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6): 791-795.

Liu, X., J. A. Anderson, N. O. Maness, and B. Martin. 1996. Protein synthesis inhibitors block high-temperature acclimation in bell pepper leaves. HortScience 31(1): 160-161.

Locascio, S. J. and W. M. Stall. 1994. Bell pepper yield as influenced by plant spacing and row arrangement. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(5): 899-902.

Lockwood. D. and H. M. Vines. 1972. Red color enhancement of Pimiento peppers with (2-chloroethyl)phosphonic acid. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 192-197.

Lopez-Cantarero, I., J. M. Ruiz, T. Hernandez, and L. Romero. 1997. Nitrogen metabolism and yield response to increases in nitrog-phosphorus fertilization: improvement in greenhonse cultivation of eggplant (*Solanum melongena cv.* Bonica). J. Agric. Food Chem. 45(11): 4227-4231.

Lopez-Hernandez, J., M. J. Oruna-Concha, J. Simal-Lozano, M. J. Gonzalez-Castro, and M. E. Vazquez-Blanco. 1996. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in Cayenne pepper and Padron peppers by HPLC. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 92(12): 393-395. c. a. Hort. Abstr. 67(6): 5000, 1997.

Lougheed, E. C. 1987. Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. HortScience 22: 791-794.

Lowery, D. T., K. C. Eastwell, and M. J. Smirle. 1997. Neem seed oil inhibits aphid transmission of potato virus Y to pepper. Annals of Applied Biology 130(2): 217-225.

Lownds, N. K., M. Banaras, and P. W. Bosland. 1993. Relationship between postharvest water loss and physical properties of pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). HortScience 28(12): 1182-1184.

Lownds, N. K., M. Banaras, and P. W. Bosland. 1994. Postharvest water loss and storage quality of nine pepper (*Capsicum*) cultivars. HortScience 29(3): 191-193.

Luo, Y. and L. J. Mikitzel. 1996. Extension of postharvest life of bell peppers with low oxygen. J. Sci. Food Agric. 70(1): 115-119.

Lurie, S., and R. Ronen. 1993. The effects of synthetic growth regulators on chilling injury in pepper fruit during low temperature storage. Acta Horticulturae No. 329: 275-277.

Lurie, S., R. Ronen, and B. Aloni. 1995. Growth-regulator-induced alleviation of chilling injury in green and red bell pepper fruit during storage. HortScience 30(3): 558-559.

Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 66. 94 p.

Madi, L., T. Katan, J. Katan, and Y. Henis. 1997. Biological control of *Sclerotium rolfsii* and *Verticillium dahliae* by *Talaromyces flavus* is mediated by different mechanisms. Phytopathology 87: 1054-1060.

Madrid, R., F. Navarro, I. Collados, C. Egea, and A. L. Alarcon. 1999. Development of colour in red pepper fruits in soilless culture. J. Hort. Sci. Biotech. 74(2): 175-180.

Mahmoudpour, M. A. and J. J. Stapleton. 1997. Influence of sprayable mulch colour on yield of eggplant (*Solanum melongena* L. cv. Millionaire). Scientia Horticulturae 70(4): 331-338.

Malfa, G. la. 1993. Comparative response of Solanacea to maximum temperature levels in the greenhouse. Agricoltura Mediterranea 123(3): 267-272.

Mamat, A. S. B., J. F. Fontenot, and D. W. Newsom, 1983. The effects of triacontanol on the growth and development of Tabasco pepper. HortScience 18: 247-249.

Manzano, J. E. and J. Zambrano. 1995. Effect of wax coatings on the behavior of pepper at different storage temperatures. (In Spanish with English summarty). Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 39: 39-45. c. a. Hort. Abstr. 67(6): 4998, 1997.

Mao, W., J. A. Lewis, R. D. Lumsden, and K. P. Hebbar. 1998. Biocontrol of selected soilborne diseases of tomato and pepper plants. Crop Protection 17(6): 535-542.

Marcelis, L. F. M. and L. C. Ho. 1999. Blossom-end rot in relation to growth rate and calcium content in fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Journal of Experimental Botany 50(332): 357-363.

Marcelis, L. F. M. and L. R. Baan Hofman-Eijer. 1995. Growth analysis of sweet pepper fruits (*Capsicum annumm* L.). Acta Horticulturae No. 412: 470-478.

Marcelis, L. F. M. and L. R. Baan Hofman-Eijer. 1997. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. Annals of Botany 79(6): 687-693.

Marco, S. 1993. Incidence of nonpersistently transmitted viruses in pepper sprayed with whitewash, oil and insecticide, alone or combined. Plant Disease 77(11): 1119-1122.

Marrush, M., M. Yamaguchi, and M. E. Saltveit. 1998. Effect of potassium nutrition during bell pepper seed development on vivipary and endogenous levels of abscisic acid (ABA). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(5): 925-930.

Marschner, P., D. E. Crowley, and R. M. Higashi. 1997. Root exudation and physiolgical status of a root-colonizing fluorescent pseudomonad in mycorrhizal and non-mycorrhizal pepper (*Capsicum annuum* L.). Plant and soil 189(1): 11-20.

Marshall, D. E. 1995. Mechanical pepper harvesting. 1995. Acta Horticulturae No. 412: 285-292.

Marshall, D. E. and R. C. Brook. 1999. Reducing bell pepper bruising during postharvest handling. HortTechnology 9(2): 254-258.

Martins-Corder, M. P. and I. S. de Melo. 1997. Influence of *Trichoderma viride and* T. *koningii* in seedling emergence and vigor of eggplant (*Solanum melongena* L.). (In portuguese with English summary). Revista Brasileira Biologia 57(1): 39-45. c. a. Hort. Abstr. 68(7): 5907, 1998.

Masuda, M. and E. N. Murage. 1998. Continuous fluorescent illumination enhances growth and fruiting of pepper. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 67(6): 862-865. c. a. Hort. Abstr. 69(3): 2206, 1999.

Matsubara, Y. I., H. Tamura, and T. Harada. 1995. Growth enhanceent and *Verticillium* wilt control by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus incoulation in eggplant. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 64(3): 555-561. c. a. Hort. Abstr. 66(7): 6002,1996.

Matsuzoe, N., M. Yamaguchi, S. Kawanobu, Y. Watanabe, H. Higashi, and Y. Sakata. 1990. Effect of dark treatment of eggplant on fruit skin color and its anthocyanin component. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68(11): 138-145. c. a. Hort. Abstr. 69(8): 6938, 1999.

Maynard, A. A. 1997. Cumulative effect of annual additions of undecomposed leaves and compost on the yield of eggplant and tomatoes. Compost Science & Utilization 5(1): 38-48.

McGrady, J. J. and D. J. Cotter. 1987. Preplant seed treatment effects on growth and yield of chile pepper. HortScience 22: 435-437.

McNab, A. A., A. F. Sherf, and J. K. Springer. 1983. Identifying diseases of vegetables. The Pennsylvania State Univ., University Park. 62 p.

Meir, S., I. Rosenberger, Z. Aharon, S. Grinberg, and E. Fallik 1995. Improvement of the postharvest keeping quality and colour development of bell pepper (cv. 'Maor') by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature. Postharvest Biology and Technology 5(4): 303-309.

Meir, S., S. Philosph-Hadas, S. Lurie, S. Droby, M. Akerman, G. Zauberman, B. Shapiro, E. Cohen, and Y. Fuchs. 1996. Reduction of chilling injury in stored avocado, grapefruit, and bell pepper by methyl jasmonate. Canad. J. Bot. 74(6): 870-874.

Melo, R. A. G., R. L. R. Mariano, S. J. Michereff, M. Menezes, and R. S. B. Coelho. 1995. Biological control of soft rot of sweet pepper (*Capsicum annuum*) caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. (In Portuguese with English

summary). Summa Phytopathologica 21(3/4): 206-212. c. a. Rev. Plant Path. 76(4): 3044, 1997.

Mencarelli, F., F. Fontana, and R. Massantini. 1991. Postharvest practices to reduce chilling injury (CI) on eggplants, pp. 49-55. In: Proceedings of the fifth international controlled atmosphere research conference, Wenatche, Wash., U.S.A., 14-16 June, 1989. Vol. 2. Washington State University, Pullman, Washington.

Mencarelli, F., B. Ceccantoni, A. Bolini, and G. Anelli. 1993. Influence of heat treatment on the physiological response of sweet pepper kept at chilling temperature. Acta Horticulturae No. 343: 238-243.

Mercado, J. A., M. A. Quesada, V. Valpuesta, M. Reid, and M. Cantwell. 1995. Storage of bell peppers in controlled atmospheres at chilling and nonchilling temperatures. Acta Horticulturae No. 412: 134-142.

Mercado, J. A., B. Vinegla, ond M. A. Quesada. 1997. Effects of hand-pollination, paclobutrazol treatments, root temperature and genotype on pollen viability and seed fruit content of winter-grown pepper. J. Hort. Sci. 72(6): 893-900.

Mercado, J. A., M. Mar Trigo, M. S. Reid, V. Valpuesta, and M. A. Quesada. 1997. Effects of low temperature on pepper pollen morphology and fertility: evidence of cold induced exine alterations. J. Hort. Sci. 72(2): 317-326.

Mercado, J. A., M. S. Reid, V. Valpuesta, and M. A. Quesada. 1997. Metabolic changes and susceptibility to chilling stress in *Capsicum annuum* plants grown at suboptimal temperature. Australian J. Plant Phys. 24(6): 759-767.

Meisels, S. and H. Chiasson. 1997. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. as pollinators of sweet peppers (*Capsicum annuum* L.). Acta Hort. No. 437: 425-429.

Mian, I. H., M. Ali, and R. Akhter. 1995. Grafting on *Solanum* rootstocks to control root-knot of tomato and bacterial wilt of eggplant. Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University 18: 41-47. c. a. Rev. Plant Path. 76(2): 1394, 1997.

Minami, M., M. Toyota, T. Inoue, K. Nemoto, and A. Ujihara. 1998. Changes of capsaicinoid contents during maturity stage of chili pepper (*Capsicum* spp.). Journal of the Faculty of Agriculture, Shinshu University 35(1): 45-49. c. a. Hort. Abstr. 69(4): 3159, 1999.

Minges, P. A. (ed.). 1972. Descriptive list of vegetable varieties. Amer Seed Trade Assoc., Wash., D. C. 194 p.

Minges, P. A., A. A. Muka, A. F. Sherf, and R. F. Sandsted. 1971. Vegetable production recommendations. Cornell Univ., Ithaca, N. Y. 36 p.

Mojecka-Berova, M. and V. Kerin. 1995. Regulation of green pepper vegetative growth and fruit-bearing capacity with paclobutrazol. Bulgarian Journal of Agricultural Science 1(3): 253-257. c. a. Hort. Abstr. 67(3): 2177, 1997.

Monma, S., S. Akazawa, K. Simosaka, Y. Sakata, and H. Matsunaga. 1997. 'Diataro' a bacterial wilt- and Fusarium wilt-resistant hybrid eggplant for rootstock. (In Japanese with English summary). Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series A. Vegetable and Ornamental Plants No. 12: 73-83. c. a. Hort. Abstr. 68(10): 8670, 1998.

Morales-Payan, J. P., B. M. Santos, W. M. Stall, and T. A. Bewick. 1997. Effects of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) on tomato (*Lycopersicon esculentum*) vegetative growth and fruit yield. Weed Technology 11(4): 672-676.

Morales-Payan, J. P., B. M. Santos, W. M. Stall, and T. A. Bewick. 1998. Interference of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) population densities on bell pepper (*Capsicum annuum*) yield os influenced by nitrogen. Weed Technology 12(2): 230-234.

Moresbet, S., C. Yao, B. Aloni, L. Karni, M. Fuchs, and C. Stanghellini. 1999. Environmental factors affecting the cracking of greenhouse-grown bell pepper fruit. J. Hort. Sci. Biotech. 74(1): 6-12.

Morita, S. and M. Toyota. 1998. Root system morphology of pepper and melon at harvest stage grown with drip irrigation under desert conditions in Baja California, Mexico. Japanese J. Crop Sci. 67(3): 353-357. c. a. Hort. Abstr. 69(4): 3154, 1999.

Morley, P. S., M. Hardgrave, M. Bradley, and D. J. Pilbeam. 1993. Susceptibility of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars to the calcium deficiency disorder 'blossom end rot', pp. 563-567. In: M. A. C. Fragoso and M. L. van Beusichem. (eds.). Optimization of plant nutrition. Kluwer Academic Pub., Dordrech, Netherlands.

Morra, L. 1998. Potential and limits of grafting in horticulture. Informatore Agrario 54(49): 39-42. c. a. Hort. Abstr. 69(7): 5832, 1999.

Montasser, M. S., M. E. Tousignant, and J. M. Kaper. 1998. Viral satellite RNAs for the prevention of cucumber mosaic virus (CMV) disease in field-grown pepper and melon plants. Plant Disease 82: 1298-1303.

Moser, D. and P. Matile. 1997. Chlorophyll breakdown in ripening fruit of *Capsicum annuum*. J. Plant Phys. 150(6): 759-761.

Motsenbocker, C. E. 1996. Detachment force and fruit characteristics of Tabasco pepper at several stages of development. HortScience 31(7): 1231-1233.

Motsenbocker, C. E., B. Buckley, W. A. Mulkey, and J. E. Boudreaux. 1997. In-row spacing affects machines-harvested Jalapeno pepper. HortTechnology 7(2): 149-152.

Murage, E. N. and M. Masuda. 1997. Response of pepper and eggplant to continuous light in relation to leaf chlorosis and activities of oxidative enzyme. Scientia Horticulturae 70(4): 269-279.

Murage, E. N., N. Watashiro, and M. Masuda. 1996. Leaf chlorosis and carbon metabolism of eggplant in response to contiouous light aud carbon dioxide. Scientia Horticulturae 67(1/2): 27-37.

Murage, E. N., Y. Sato, and M. Masuda. 1996. Relationship between dark period and lead chlorosis, potassium, magnesium and calcium content of young eggplants. Scientia Horticulturae 66(1/2): 9-16.

Murage, E. N., N. Watashiro, and M. Masuda. 1997. Influence of light quality, PPFD and temperature on leaf chlorosis of eggplant grown under continous illumination. Scientia Horticulturae 68(1/4): 73-82.

Nazeer, A., M. I. Tanki, and B. L. Kaul. 1992. Natural cross pollination and its effect on genetic structure of the population in chilli (*Capsicum annuum* L.). Capsicum Newsletter 1992, 69-74.

Nitzsche, P., G. A. Berkowitz, and J. Rabin. 1991. Development of a seedling-applied antitranspirant formation to enhance water status, growth, and yield of transplanted bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 405-411.

Noe, J. P. and J. N. Sasser. 1995. Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* as an agent for reducing yield losses due to *Meloidogyne incognita*. BIOCONTROL 1(3): 57-67.

Nothmann, J. 1986. Eggplant, pp. 145-152. In: S. P. Monselise. (ed.). CRC handbook of fruit set and development. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Oda, M., K. Okada, H. Sasaki, S. Akazawa, and M. Sei. 1997. Growth and yield of eggplants grafted by a newly developed robot. HortScience 32(5): 848-849.

O'Garro, L. W. 1998. Bacterial spot of tomato and pepper on four East Caribean islands: races, their abundance, distribution, aggressiveness, and prospects for control. Plant Disease 82(8): 864-870.

Oh, B. J., K. D. Kim, and Y. S. Kim. 1998. A microscopic characterization of the infection of green and red pepper fruits by an isolate of *Colletotrichum gloesporioides*. J. Phytopath. 146(5/6): 301-303.

Olsen, J. K., J. T. Schaefer, D. J. Edwards, M. N. Hunter, V. J. Galea, and L. M. Muller. 1995. Effects of mycorrhizae, established from an existing intact hyphal network, on the growth response of capsicum (*Capsicum annuum* L.) and rates of applied phosphorus. Australian J. Agric. Res. 50(2): 223-237.

Olsen, J. K., J. T. Schaffer, M. N. Hunter, D. G. Edwards, V. J. Galea, and L. M. Muller. 1996. Response of capsicum (*Capsicum annuum* L.), sweet corn (*Zea mays* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizae. Australian J. Agric. Res. 47(5): 651-671.

Olsen, J. K., J. T. Schaefer, D. G. Edwards, M. N. Hunter, V. J. Galea, and L. M. Muller. 1999. Effects of a network of mycorrhizae on capsicum (*Capsicum annuum* L.) grown in the field with five rates of applied phosphorus. Australian J. Agric. Res. 50(2): 239-252.

Ombodi, A., M. Saigusa, and K. Shibuya. 1998. Effect of single basal application of polylefin coated fertilizer on growth and yield of green peppers. Tohoku J. Agric. Res. 49(1/2): 33-40. c. a. Hort. Abstr 69(4): 3155, 1999.

Park, H. Y., K. C. Son, E. G. Gu, K. B. Lim, and B. H. Kim. 1996. Effect of different day and night temperature regimes on the growth of hot pepper plug seedlings. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 37(5): 617-621. c. a. Hort. Abstr 67(2): 1314, 1997.

Palau, E. and A. Torregrosa. 1997. Mechanical harvesting of paprika peppers in Spain. J. Agric. Eng. Res. 66(3): 195-201.

Parra, G. and J. Ristaino. 1998. Insensitivity to Ridomil Gold (mefenoxam) found among field isolates of *Phytophthora capsici* causing phytophthora blight on bell pepper in North Carolina and New Jersey. Plant Disease 82(6): 711.

Pascale, S. de, G. Barbieri, M. I. Sifola, and C. Ruggiero. 1995. Gas exchanges,

water relations and growth of eggplant (*Solanum melongena* L.) as affected by salinity of irrigation water. Acta Horticulturae No. 412: 388-395.

Passan, H. C. and A. Bolmatis. 1997. The influence of style length on the fruit set, fruit size and seed content of aubergines cultivated under high ambient temperature. Tropical Science 37(4): 221-227.

Paz, S. J., S. Jaime, J. T. Soria, and A. Aguilar. 1996. Response of the capsicum plant to different potassium and boron treatments. I. Aerial part. Agrochimica 40(2/3): 73-78. c. a. Hort. Abstr 67(3): 2182, 1997.

Pernezny, K. and J. Collins. 1997. Epiphytic populations of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper: relationships to host-plant resistance and exposure to copper sprays. Plant Disease 81(7): 791-794.

Pernezny, K., J. Collins, R. E. Stall, K. Shuler, and L. E. Datnoff. 1999. A serious outbreak of race 6 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper in southern Florida. Plant Disease 83(1): 79.

Perry, K. B., A. R. Bonanno, and D. W. Monks. 1992. Two putative cryoprotectants do not provide frost and freeze protection in tomato and pepper. HortScience 27: 26-27.

Perry, K. B., D. C. Sanders, D. M. Granberry, J. T. Garrett, D. R. Decoteau, R. T. Nagata, R. J. Dufault, K. D. Batal, and W. J. McLaurin. 1993. Heat units, solar radiation and daylength as pepper harvest predictors. Agricultural and Forest Meteorology 65(3-4): 197-205.

Perucka, I. 1996. Effect of 2-chloroethylphosphonic acid on phenylalanine ammonia-lyase activity and formation of capsaicinoids in placenta of hot pepper fruits. Acta Physiologiae Plantarum 18(1): 7-12.

Perucka, I. 1996. Ethephon-induced changes in accumulation of carotenoides in red pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). Polish Journal of Food and Nutrition Sciences 5(4): 61-68. c. a. Hort. Abstr. 76(6): 4997, 1997.

Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. Euphytica 96: 129-133.

Piringer, A. A. 1962. Photoperiodic response of vegetable plants, pp. 173-185. In: Campbell Soup Campany. Proceedings of plant science symposium. Camden, N. J.

Polderdijk, J. J., H. A. M. Boerrigter, E. C. Wilkinson, J. G. Meijer, and M. F. M. Janssens. 1993. The effects of controlled atmosphere storage at varying levels of relative humidity on weight loss, softening and decay of red bell peppers. Scientia Horticulturae 55(3-4): 315-321.

Prabha, T. N., Bhagyalakshmi, Neelwarne, and R. N. Tharanathan. 1998. Carbohydrate changes in ripening *Capsicum annuum* in relation to texttural degradation. Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung 206(2): 121-125. c. a. Hort. Abstr 68(6): 5046, 1998.

Prasad, D., D. K. Nagia, S. Kumar, and M. L. Saini. 1994. Integrated approach for management of plant parasitic nematodes in brinjal, *Solanum melongena* L. Plant Protection Bulletin (Faridabad) 46(1): 31-33. c. a. Hort. Abstr. 66(5): 4198, 1996.

Pressman, E., E. Tomer, M. Cohen, K. Rosenfield, R. Shaked, H. Moshkovitz, and B. Aloni. 1998. Histological examination of low temperatures or TIBA-induced swelling of pepper ovaries. Plant Growth Regulation 25(3): 171-175.

Pressman, E., H. Moshkovitch, K. Rosenfeld, R. Shaked, B. Gamliel, and B. Aloni. 1998. Influence of low night temperature on sweet pepper flower quality and the effect of repeated pollinations, with viable pollen, on fruit setting. J. Hort. Sci. Biotech. 73(1): 131-136.

Purseglove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English Language Book Society, London. 719 p.

Putnam, C. et al. (Eds.). 1991. Controlling vegetable pests. Chevron Chemical Co., San Ramon, California. 160 p.

Radwan, A. A., A. A. Hassan, R. Sidki., A. H. Kherebo, and A. I. Ismail. 1981. Effect of GA_3, NAA and some macro and micro nutrients on pepper seed germination. Ain Shams Univ., Fac. Agr., Res. Bul. No. 1454.

Rahmau, A. A., D. J. Huber, and J. K. Brecht. 1993. Respiratory activity and mitochondrial oxidative capacity of bell pepper fruit following storage under low-oxygen atmosphere. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(4): 470-475.

Ramakers, P. M. J. and S. J. P. Voet. 1996. Introduction of *Amblyseius degenerans* for thrips control in sweet peppers with potted castor beans as blanker plants. Bulletin OILB/SROP 19(1): 127-130. c. a. Hort. Abstr. 67(2): 1324, 1997.

Rao, M. S., P. P. Reddy, and M. Nagesh. 1997. Integration of *Paecilomyces lilacinus* with neem leaf suspension for the menagement of root-knot nematodes on egg plant. Nematologia Mediterranea 25(2): 249-252.

Read, P. E. 1982. Plant growth regulator use in field-scale vegetable crops, pp. 285-296. In: J. S. McLaren. (ed.). Chemical manipulation of crop growth and development. Butterworth Scientific, London.

Reuveni, R., G. Dor, and M. Reuveni. 1998. Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of mono-potassium phosphate. Crop Protection 17(9): 703-709.

Riley, M. K. and P. W. Bosland. 1997. Host specificity of United States tomato and chile isolates of *Verticillium dahliae*. Capsicum & Eggplant Newsletter No. 16: 98-100.

Rista, L. M., M. Sillon, and L. Fornasero. 1995. Effect of different irrigation strategies on the mortality of pepper by *Phytophthora capsici* Leonian in greenhouses. (In Spanish with English summary). Horticulturae Argentina 14(37): 44-51. c. a. Rev. Plant Path. 76(10): 8147, 1997.

Ristaino, J. B. and S. A. Johnston. 1999. Ecologically based approaches to management of phytophthora blight on bell pepper. Plant Disease 83(12): 1080-1089.

Ristaino, J. B., K. B. Perry, and R. D. Lumsden. 1996. Soil solarization and *Gliocladium virens* reduce the incidence of southern blight (*Sclerotium rolfsii*) in bell pepper in the field. Biocontrol Science and Technology 6(4): 583-593.

Ristaino, J. B., F. Parra, and C. L. Campbell. 1997. Suppression of phytophthora blight in bell pepper by a no-till wheat cover crop. Phytopathology 87: 242-249.

Roberts, B. W. and J. A. Anderson. 1994. Canopy shade and soil mulch affect yield and solar injury of bell pepper. HortScience 29(4): 258-260.

Rodov, V., S. Ben-Yehoshua, T. Fierman, and D. Fang. 1995. Modified-humidity packaging reduces decay of harvested red bell pepper fruit. HortScience 30(2): 299-302.

Rodriguez, S. del C., B. Lopez, and A. R. Chaves. 1999. Changes in polyamines and ethylene during the development and ripening of eggplant fruits (*Solanum melongena*). J. Agric. Food Chem. 47(4): 1431-1434.

Roe, N. F., P. J. Stoffella, and H. H. Bryan. 1994. Growth and yields of bell pepper and winter squash grown with organic and living mulches. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(6): 1193-1199.

Rowell, B., R. T. Jones, W. Nesmith, and J. C. Snyder. 1999. Comparison of resistant cultivars for management of bacterial spot in peppers. HortTechnology 9(4): 641-650.

Rnbino, P., M. A. Mastro, and N. Montemurro. 1993. Study of different water stress levels on peppers (*Capsicum annuum* L.). (In Italian with English summary). c. a. Hort. Abstr. 65(11): 9792, 1995.

Rumpel, J. and K. Grudzien. 1990. Suitability of nonwoven polypropylene for a flat covering in sweet pepper cultivation. Acta Hort. No. 267: 53-58.

Russo, V. M. 1996. Delaying harvest improves bell pepper yield. HortScience 31(3): 345-346.

Rylski, I. 1973. Efect of night temperature on shape and size of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 149-152.

Rylski, I. 1986. Pepper (*Capsicum*), pp. 341-354. In: S. P. Monselise. (ed.). CRC handbook of fruit set and development. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Rylski, I. and M. Spigelmon. 1982. Effect of different diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. Sci. Hort. 17: 101-106.

Rylski, I., B. Aloni, L. Karni, and Z. Zaidman. 1994. Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. Acta Horticulturae No. 366: 45-55.

Sachs, M., D. J. Cantliffe, and J. T. Watkins. 1980. Germination of pepper seed at low temperatures after various pretreatments. Proc. Fla. State Hort. Soc. 93: 258-260.

Saga, K. and K. Ogawa. 1995. Changes in the ascorbic acid, α-tocopherol and carotenoid contents in developing pepper fruits, and their varietal differences. (In Japanese with English summary). Bulletin of Faculty of Agriculture, Hirosaki Univ. No. 58: 65-73. c. a. Hort. Abstr. 65(11): 9790, 1995.

Sahin, F. and S. A. Miller. 1995. First report of pepper race 6 of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, causal agent of bacterial spot of pepper. Plant Disease 79: 1188.

Sahin, F. and S. A. Miller. 1998. Resistance in *Capsicum pubescens* to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* pepper race 6. Plant Disease 82: 794-799.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetanls. Vol. II. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 194 p.

Sanwal, S. K., K. S. Baswana, and H. R. Dhingra. 1997. High temperature tolerance in eggplant: stigma, anther and pollen studies. Annals of Biology (Ludhiana) 13(1): 123-125. c. a. Hort Abstr. 68(3): 2315, 1998.

Sariah, M. and K. Tanaka. 1995. Effect of flooding on the viability and pathogenicity of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in Malaysian soil. International Journal of Pest Management 41(2): 97-99.

Sarro, M. J., L. Gonzalez, and J. M. Penalosa. 1995. Response of pepper plants to different periads of nitrate and ammonium fertilization. Acta Horticulturae No. 412: 439-446.

Savvas, D. and F. Lenz. 1994. Influence of NaCl salinity on the vegetative and reproductive growth of eggplant (*Solanum melongenal* L.) in soilless culture. (In German with English summary). Gartenbauwissenschaft 59(4): 172-177. c. a. Hort Abstr. 65(4): 3098, 1995.

Savvas, D. and F. Lenz. 1994. Influence of Salinity on the incidence of the physiological disorder 'internal fruit rot' in hydroponically-grown eggplants. Angewandte Botanik 68(1-2): 32-35. c. a. Hort. Abstr. 65(3): 2168, 1995.

Savvas, D. and F. Lenz. 1996. Influence of NaCl concentration in the fruit nutrient solution on mineral composition of eggplants grown in sand culture. Angewandte Botanik 70(3/4): 124-127. c. a. Hort Abstr. 67(5): 4092, 1997.

Schinners, L. H. 1956. Technical names for the cultivated capsicum peppers. Baileya 4: 81-83.

Schuerger, A. C. and C. S. Brown. 1997. Spectral quality affects disease development of three pathogens on hydroponically grown plants. HortScience 32(1): 96-100.

Schuerger, A. C. and W. Hammer. 1995. Effects of temperature on disease development of tomato mosaic virus in *Capsicum annuum* in hydroponic systems. Plant Disease 79(9): 880-885.

Schultheis, J. R., D. J. Cantliffe, H. H. Bryan, and P. J. Stoffella. 1988. Improvement of plant establishment in bell pepper with a gel mix planting medium. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 546-552.

Schultheis, J. R., D. J. Cantliffe, H. H. Bryan, and P. J. Stoffella. 1988. Planting methods to improve stand establishment, uniformity, and earliness to flower in bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 331-335.

Seelig, R. A. 1968. Fruit & vegetable facts & pointers: United Fresh Fruit & Veg. Assoc. Alexandria, Va. 18 p.

Serrano, M., M. C. Martinez-Madrid, F. Romojaro, and F. Riquelme. 1995. Polyamine accumulation in cold stored peppers. Acta Horticulturae No. 412: 127-133.

Serrano, M., M. C. Martinez-Madrid, M. T. Pretel, F. Riquelme, and F. Romojaro. 1997. Modified atmosphere packaging minimizes increases in putrescine and abscisic acid levels caused by chilling injury in pepper fruit. J. Agric. Food Chem. 45(5): 1668-1672.

Sethu, K. M. P., T. N. Prabha, and R. N. Tharanathan. 1996. Post-harvest biochemical changes associated with the softening phenomenon in *Capsicum annuum* fruits. Phytochemistry 42(4): 961-966.

Sheela, J., K. Sivaprakasam, and K. Seetharaman. 1995. Biological control of fusarium wilt of eggplant. Madras Agric. J. 82(3): 199-201. c. a. Rev. Plant Path. 76(4): 3028, 1997.

Shifriss, C., M, Pilowsky, and B. Aloni. 1994. Variation in flower abscission of peppers under stress shading conitions. Euphytica 78(1/2): 133-136.

Shin, Y. A. and T. Nobuo. 1993. Effects of soil moisture and inoculation density on the incidence of Phytophthora blight of red pepper. (In Korean with English summary). RDA Journal of Agricultural Science, Crop Protection 35(2): 353-358. c. a. Rev. Plant Path. 74(1): 385, 1995.

Shipp, J. L., G. H. Whitfield, and A. P. Papadopoulos. 1994. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae) as a pollinator of greenhouse sweet pepper. Scientia Horticulturae 57(1-2): 29-39.

Shishido, Y., X. L. Zhang, and H. Kumakura. 1995. Effects of rootstock varieties, leaves and grafting conditions on scion growth in eggplant. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 64(3): 581-588. c. a. Hort. Abstr. 66(4): 3247, 1996.

Si, Y. and R. D. Heins. 1996. Influence of day and night temperatures on sweet pepper seedling development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4): 699-704.

Sifola, M. I., S. de Pascale, and R. Romano. 1995. Analysis of quality parameters in eggplant grown under saline water irrigation. Acta Horticulturae No. 412: 176-184.

Simonne, A. H., E. H. Simonne, R. R. Eitenmiller, H. A. Mills, and N. R. Green. 1997. Ascorbic acid and provitamin a contents in unusually colored bell peppers *Capsicum annuum* L.). Journal of Food Composition and Analysis 10(4): 299-311.

Simonne, E. H., D. J. Eakes, and C. E. Harris. 1998. Effects of irrigation and nitrogen rates on foliar mineral composition of bell pepper. Journal of Plant Nutrition 21(12): 2545-2555.

Sims, W. L. and P. G. Smith. 1984. Growing peppers in California. Univ. Calif., Div. Agr. Nat. Res., Leaflet 2676. 12 p.

Sims, W. L., H. Johnson, R. F. Kasmire, V. E. Rubatzky, K. B. Tyler, and R. E. Voss. 1978. Home vegetable gardening. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. Leaflet 2989. 42 p.

Singh, P. K. and T. R. Gopalakrishnan. 1997. Grafting for wilt resistance and productivity in brinjal (*Solanum melongna* L.). Horticultural Journal 10(2): 57-64.

Smith, P. G. 1948. Brown mature-fruit color in pepper (*Capsicum frutescens*). Science 107: 345-346.

Smith, P. G. and C. B. Heiser. 1951. Taxonomic and genetic studies on the cultivated peppers, *Capsicum annuum* L. and *C. frutescens* L. Amer. J. Bot. 38: 362-368.

Smith, P. G., B. Villalon, and P. L. Villa. 1987. Horticultural classification of peppers grown in the United States. HortScience 22: 11-13.

Smittle, D. A., W. L. Dickens, and J. R. Stansell. 1994. Irrigation regimes affect yield and water use by bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(5): 936-939.

Sreenivasa, M. N. 1994. Biological deterrent activities of VA mycorrhiza and *Trichoderma harzianum* on *Sclerotium rolfsii* at different P-levels in chilli. Environment and Ecology 12(2): 319-321.

Sreenivasa, M. N. 1994. VA mycorrhiza in conjunction with organic amendments improve growth and yield of chilli. Environment and Ecology 12(2): 312-314.

Sreenivasa, M. N., P. U. Krishnaraj, G. A. Gangadhara, and H. M. Manjunathaiah. 1993. Response of chilli (*Capsicum annuum* L.) to the inoculation of an efficient vesicular-arbusculor mycorrhizal fungus. Scientia Horticulturae 53(1-2): 45-52.

Stanghellini, M. F., D. H. Kim, S. L. Rasmussen, and P. A. Rorahaugh. 1996. Control of root of peppers by *Phytophthora capsici* with a nonionic surfactant. Plant Disease 80: 1113-1116.

Stevens, C., V. Khan, M. A. Wilson, J. Brown, and A. Y. Tang. 1998. Control of southern blight in bell peppers by soil solarization. (Abstr.) HortScience 23: 830-831.

Stoffella, P. J. and H. H. Bryan. 1988. Plant population influences growth and yields of bell pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 835-839.

Stommel, J. R., R. W. Goth, K. G. Haynes, and S. H. Kim. 1996. Pepper (*Capsicum annuum*) soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. Plant Disease 80(10): 1109-1112.

Storile, C. A., P. E. Neury, and J. W. Paterson. 1995. Fertilizing drip-irrigated bell peppers grown on loamy sand soil. HortTechnology 5(4): 291-294.

Summers, C. G. and D. Estrada. 1996. Chlorotic streak of bell peppers: a new toxicogenic disorder induced by feeding of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Plant Disease 80: 822.

Sundstrom, F. J. and R. L. Edwards. 1989. Peppers seed respiration, germination, and seedling development following seed priming. HortScience 24: 343-345.

Sundstrom, F. J., R. B. Reader, and R. L. Edwards. 1987. Effect of seed treatment and planting method on Tabasco pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 641-644.

Takagaki, M. 1993. Influence of day temperature on relative growth rate and net photosynthetic rate of four pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. (In Japanese with English summary). Jap. J. Trop. Agric. 37(4): 277-283. c. a. Hort. Abstr. 65(4): 3080, 1995.

Takagaki, M., M. Kakinuma, and T. Ito. 1995. Effect of temperature on pollen fertility and pollen germination of three pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. (In Japanese). Jap. J. Trop. Agric. 39(4): 247-249. c. a. Hort Abstr. 66(10): 8635, 1996.

Tanksley, S. D. 1984. High rates of cross-pollination in chile-pepper. HortScience 19: 580-582.

Tavella, L., A. Alma, A. Conti, A. Arzone, P. Roggero, E. Ramasso, G. Dellavalle, and V. Lisa. 1997. Thrips and tomato spotted wilt tospovirus in a sweet pepper greenhouse in Liguria. (In Italian with English summary). Colture Protette 26(7/8): 79-83. c. a. Rev. Plant Path. 77(7): 5819, 1998.

Techawongstien, S., E. Nawata, and S. Shigenaga. 1992. Effect of water stress at various stages of plant development on growth and yield of chilli pepper. Jap. J. Trop. Agric. 36(1): 51-57. c. a. Plant Breed. Abstr. 64(2): 1854, 1994.

Teitel, M., U. M. Peiper, and Y. Zvieli. 1996. Shading screens for frost protection. Agricultural and Forest Meteorology 81(3/4): 273-286.

Temkin-Gorodeiski, N., B. Shapiro, S. Grinberg, I. Rosenberger, and E. Fallik. 1993. Postharvest treatments to control eggplant deterioration during storage. J. Hort. Sci. 68(5): 689-693.

Thies, J. A., J. D. Mueller, and R. L. Fery. 1997. Effectiveness of resistance to southern root-knot nematode in 'Carolina Cayenne' pepper in greenhouse, microplot, and field tests. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(2): 200-204.

Thies, J. A., J. D. Mueller, and R. L. Fery. 1998. Use of a resistant pepper as a rotational crop to manage southern root-knot nematode. HortScience 33(4): 716-718.

Thomas, S. H., L. W. Murray, and M. Cardenas. 1995. Relationship of preplant population densities of *Meloidogyne incognita* to damage in three chile pepper cultivars. Plant Disease 79(6): 557-559.

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611 p.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1980. New vegetable varieties list XXI. HortScience 15: 565-578.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1986. New vegetable variety list 22. HortScuence 21: 195-212.

Tomar, B. S. and T. S. Kalda. 1996. Is eggplant nutritious? TVIS Newsletter (AVRDC) 1(1): 26.

Toyota, M., M. J. Larrinaga, and S. Ariyoshi. 1995. Varietal difference in water use efficiency in chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). (In Japanese with English summaty). Jap. J. Trop. Agric. 39(4): 223-228. c. a. Plant. Breed. Abstr. 66(9): 9548.

Tsror, L., O. Erlich, S. Amitai, and M. Hazanovsky. 1998. Verticillium wilt of paprika caused by a highly virulent isolate of *Verticillium dahliae*. Plant Disease 82(4): 437-439.

Turner, A. D. and H. C. Wien. 1994. Dry matter assimilation and partitioning in pepper cultivars differing in susceptibility to stress-induced bud and flower abscission. Annals of Botany 73(6): 617-622.

Turner, A. D. and H. C. Wien. 1994. Photosynthesis, dark respiration and bud sugar concentrations in pepper cultivars differing in susceptibility to stress-induced bud abscission. Annals of Botany 73(6): 623-628.

Valdez, J. A. and D. A. Wolfenbarger. 1995. Yellow traps and insecticides for control of a strain of sweet potato whitefly and associated virus incidence on pepper. Journal of Entomological Science 30(3): 342-348.

Varina, C. S. 1995. Evaluating the impact of transplanting depth on tomato and pepper yield. Acta Horticulturae No. 412: 281-284.

Vavrina, C. S., K. D. Shuler, and P. R. Gilreath. 1994. Evaluating the impact of transplanting depth on bell pepper growth and yield. HortScience 29(10): 1133-1135.

Villavicencio, L., S. Blankenship, D. C. Sanders, and W. H. Swallow. 1999. Ethylene and carbon dioxide production in detached fruit of selected pepper cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(4): 402-406.

Vos, J. G. M. and N. Sumarni. 1997. Integrated management of hot pepper (*Capsicum* spp.) under tropical lowland conditions: effects of mulch on crop performance and production. J. Hort. Sci. 72(3): 415-424.

Votava, E. J. and P. W. Bosland. 1996. Use of ladybugs to control aphids in *Capsicum* field isolation cages. HortScience 31(7): 1237.

Walia, K. K. and D. C. Gupta. 1997. Management of root-knot nematode, *meloidogyne javanica* on vegetable crops with *Tagetes* sp. Indian Journal of Nematology 27(1): 18-23. c. a. Hort. Abstr. 68(12): 1057, 1998.

Wang, C. Y. 1998. Heat treatment affects postharvest quality of kale and collard, but not of Brussels sprouts. HortScience 33(5): 881-883.

Wang, D. S. 1998. Ju Zao 85-1, a sweet pepper cultivar with extremely large fruit. (In Chinese Crop Genetic Resources No. 1, Inner back cover. c. a. Plant Breed. Abstr. 69(5): 4376, 1999.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Bub., Inc., Danville, Illinois. 607 p.

Waterer, D. R. 1992. Influence of planting date and row covers on yield and crop values for bell peppers in Saskatchewan. Canad. J. Plant Sci. 72(2): 257-253.

Waterer, D. R. and R. R. Coltman. 1989. Response of mycorrhizal bell peppers to inoculation timing, phosphorus and water stress. HortScience 24: 688-690.

Watkins, J. T. and D. J. Cantliffe. 1983. Hormonal control of pepper seed germination. HortScience 18: 342-343.

Watt. B. K. and A. L. Merrill. 1963. Composition of foods. U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 8. 190 p.

Weaver, R. J. 1972. Plant growth substances in agriculture. S. Chand & Co. Ltd, New Delhi. 594 p.

Weaver, J. E. And W. E. Bruner. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 351 p.

Wehner, T. C. 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 24. HortScience 34(5): 763-806.

Wehner, T. C. 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America. List 25. HortScience 34(6): 957-1012.

Went, F. W. 1962. Phytotronics. In: Campbell Soup company "Proceedings of Plant Science Symposium"; pp. 149-161. Camden, N. J.

Weston, L. A. 1988. Effect of flat cell size transplant age, and production site on growth and yield of pepper transplants. HortScience 23: 709-711.

Wetering, F. van de, R. Goldbach, and D. Peters. 1996. Tomato spotted wilt tospovirus ingestion by first instar larvae of *Frankliniella occidentalis* is a prerequisite for transmission 86: 900-905.

Whitaker, B. D. 1995. Lipid changes in mature-green bell pepper fruit during chilling at 2°C and after transfer to 20°C subsequent to chilling. Physiologia Plantarum 93(4): 683-688.

Wien, H. C. 1997. Peppers, pp. 259-293. In: H. C. Wien. (ed.). The Physiology of vegetable crops. CAB International, Wallingford, U. K.

Wien, H. C., A. D. Turner, and S. F. Yang. 1989. Hormonal basis for low light intensity-induced flower bud abscission of pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 981-985.

Wiendl, F. M., V. Arthur, and T. A. Wiendel. 1996. Storage of peppers (*Capsicum annuum* L.) using gamma irradiation from cobalt-60. (In Portuguese with English summary). Revista de Agriculture (Piracicaba) 71(1): 21-32. c. a. Hort. Abstr. 67(10): 8611, 1997.

Wijeratne, P. M. 1996. Some aspects of chili leaf curl control in Sri Lanka. TVIS Newsletter (AVRDC) 1(1): 17-18.

Winsor, G. and P. Adams. 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 3. Glasshouse crops. Her Majesty's Stationary Office, London. 168 p.

Xi, Y. F., T. Yu, and D. M. Qian. 1998. Studies on the physiology of chilling injury in eggplant (*Solanum melongena* L.) fruits. (In Chinese with English summary). Acta Horticulturae Sinica 25(3): 303-305. c. a. Hort. Abstr. 69(4): 3166, 1999.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: principles, production and nutritive values. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.

Yang, Y. J. and K. A. Lee. 1997. Physiological characteristics of chilling injury and CA effect on its reduction during cold storage of pepper fruit. (In Korean with English susmmary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 38(5): 478-482. c. a. Hort. Abstr. 68(2): 1350, 1998.

Yang, Y. J. and K. A. Lee. 1998. Thiabendazole and CA effects on reduction of chilling injury during cold storage in pepper fruit. J. Korean Soc. Hort. Sci. 39(6): 680-683. c. a. Hort. Abstr. 69(5): 4113, 1999.

Yang, S. K., W. S. Kim, H. W. Kim, and G. C. Chung. 1996. Effect of Ca/K ratio in nutrient solution on the early growth and the mineral composition in the xylem sap and plant of pepper. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 37(5): 622-626.

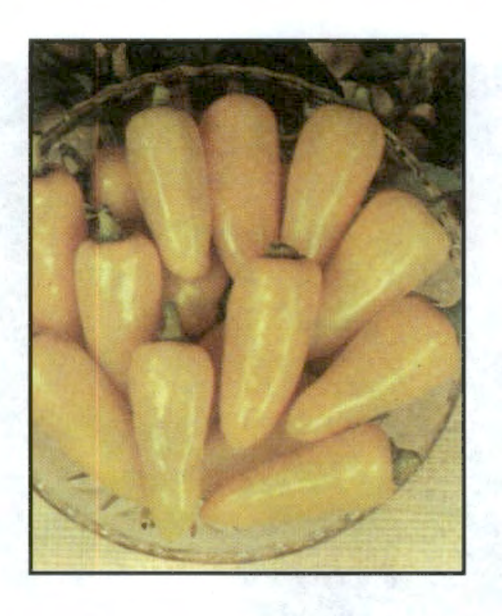
Yucel, S. 1995. A study on soil solarization and combined with fumigant application to control phytophthora crown blight (*Phytophthora capsici* Leonian) on peppers in the East Mediterranean region of Turkey. Crop Protection 14(8): 653-655.

Zhao, S. J. and S. L. Li. 1994. A physiological study of the effect of VA mycorrhizas on promotion of sweet pepper growth. (In Chinese with English summary). Acta Agriculturae Boreali-Sinica 9(1): 81-86. c. a. Hort. Abstr. 66(2): 1413, 1996.

Ziedan, M. I. (Ed.). 1980. Index of plant disease in Egypt. Inst. Plant Path., Agric. Res. Cent., Cairo, Egypt. 95 p.

Ziv, O., C. Shifris, S, Grinberg, E. Fallik, and A. Sadeh. 1994. Control of *Leveillula taurica* mildew (*Oidiopsis taurica*) on pepper plants. (In Arabic with English summary). Hassadeh 74(5): 526-532. c. a. Rev. Plant Path. 74(9): 5782, 1994.





شكل (١-٣): صنف الفلفل كالورو Caloro.



شكل (١-٤): صنف الفلفل آريان Ariane.



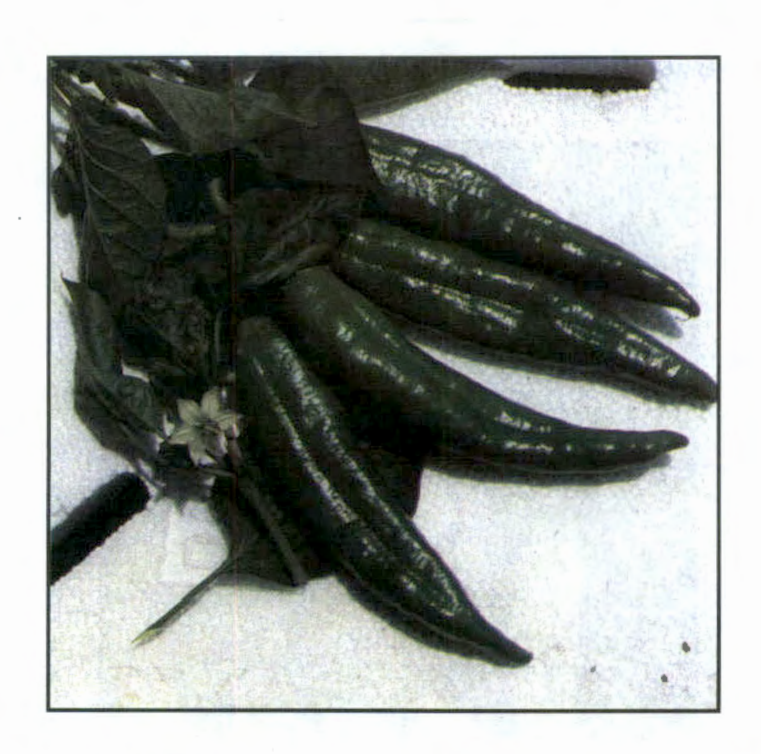
شكل (١-٥): صنف الفلفل مافراس Mavras.



شكل (١-٦): صنف الفلفل الأوغندى الحريف بيردز آى (عين الطائر) (عن AVRDC ١٩٩٤).



شكل (١-٨): صنف الفلفل الحلو كيستون رزستانت جاينت Keystone Resistant Giant وهـو من طراز كاليفورنيا وندر.



شكل (١-٩): صنف الفلفل الحار (الحريف) آناهيم شيلى Anaheim Chili.



شكل (١-١٠): صنف الفلفل الحريف كايين لونج سلِم Cayenne Long Slim.



شكل (١-١١): صنف الفلفل الحريف هنجاريان يلو واكس Hungarian Yellow Wax.



شكل (١-١٢): صنف الفلفل الحريف سِرّانو Serrano.



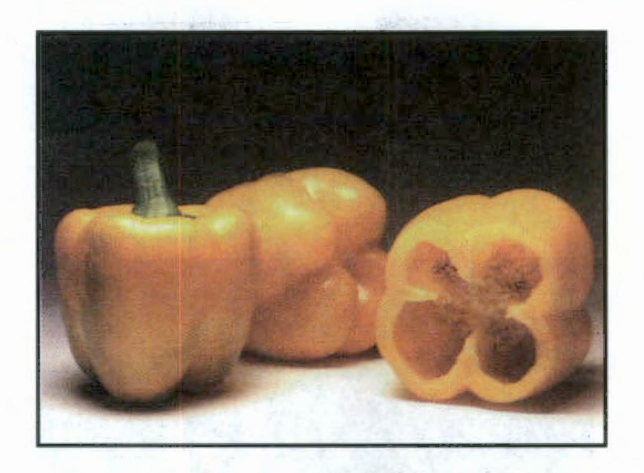
شكل (١-١٣): صنف الفلفل الحريف إيرلى جالابينو Early Jalapeno.



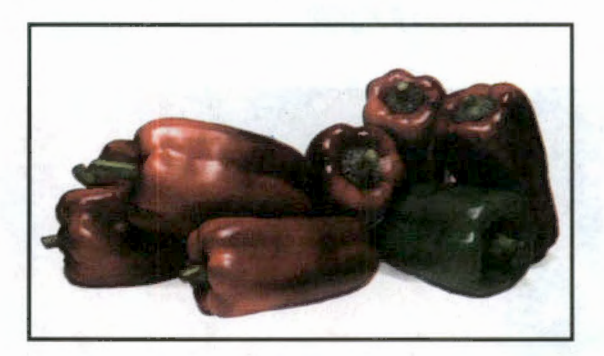
شكل (١-١٤): صنف الفلفل الحلو لاموير Lamuyo.



شكل (١-١٥): صنف الفلفل الحلو جالاكسي Galaxy.



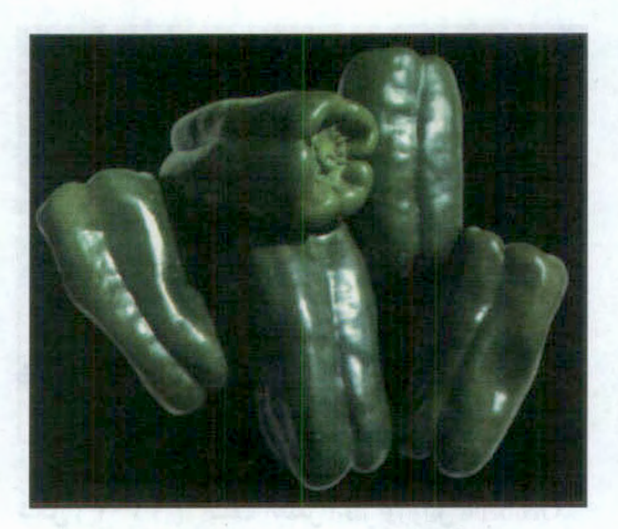
شكل (١-١٦): صنف الفلفل الحلو أوروبيل Orobelle.



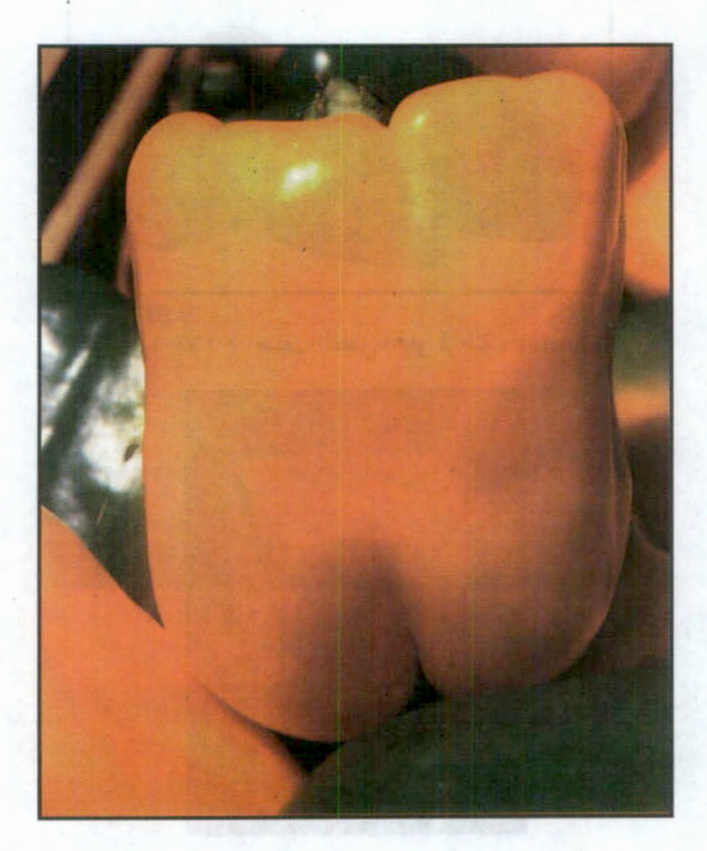
شكل (١-١٧): صنف الفلفل الحلو قرطبة Cordoba.



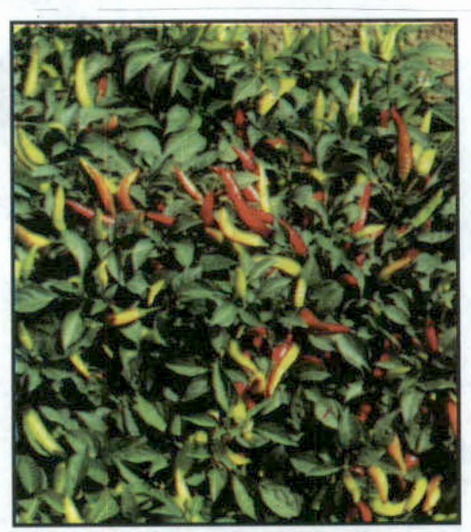
شكل (١-١٨): صنف الفلفل الحلو سيرونو Sirono.



شكل (١-١٩): صنف الفلفل ميلودى Melody.



شكل (١-٢٠): صنف الفلفل الحلو كيرالا Kerala.



شكل (١-٢١): صنف الفلفل الحريف سوبر شيلى Super Chili.



شكل (٣-٢): قطاع فى ثمرة فلفل من طراز "الشيّل chile" تظهر فيه المشيمة التى تتصل بها البذور، كما يظهر خط برتقالى على المشيمة عبارة عن الغدد التى تحتوى على مركبات الكابسايسينات الحريفة.



شكل (٣-٣): أعراض الإصابة بتعفن الطرف الزهرى blossom end rot (الثمرة اليمنى)، ولفحة الشمس sunscald (الثمرة اليسرى).



شكل (٤-٢): عمليتا تدريج وتعبئة الفلفل.



شكل (٤-٣): تعبئة ثمار الفلفل فى أكياس غير منفذة للرطوبة.



شكل (٥-١): أعراض بداية ذبول فيرتسيلليم Verticillium wilt على أوراق الفلفل.



شكل (٥-٢): نباتات الفلفل مصابة بذبول فيرتسيلليم.



شكل (٥-٣): تلون الحزم الوعائية في جذور قاعدة ساق نبات فلفل مصاب بذبول فيرتسيلليم (Black وآخرون ١٩٩١).



شكل (٥-٤): أعراض الإصابة بلفحة اسكليروشيم Sclerotium Blight في الفلفل.

شكل (٥-٥): غزل الفطر *Sclerotium rolfsii*، وأجسامه الحجرية في قاعدة ساق نبات فلفل مصاب بشدة باللفحة الجنوبية Southern Blight.



شكل (٥-٦): أعراض الإصابة بلفحة فيتوفثورا Phytophthora Blight في الفلفل.



شكل (٥-٧): أعراض إصابة ثمار الفلفل بلفحة فيتوفثورا.



شكل (٥-٨): أعراض الإصابة بالبياض الدقيقي Powdery mildew في الفلفل.



شكل (٥-٩): أعراض إصابة متقدمة بالبياض الدقيقى على السطح العلوى لورقة فلفل.



شكل (٥-١٠): أعراض إصابة متقدمة بالبياض الدقيقى على السطح السفلى لورقة فلفل.



شكل (٥-١١): أعراض الإصـــابة بلفحة ألترناريا Alternaria blight على ثمرة الفلفل.



شكل (٥-١٢): أعراض الإصابة بالعفن الرمادى Gray mold على نبات الفلفل.



شكل (٥-١٣): أعراض الإصابة بالعفن الرمادى على ثمرة الفلفل.



شكل (٥-١٤): أعراض الإصابة بالأنثراكنوز Anthracnose على ثمرة الفلفل.



شكل (٥-١٥): أعراض الإصابة بتبقع الأوراق السركورى Cercospora Leaf Spot على أوراق الفلفل.



شكل (٥-١٦): أعراض الإصابة بالتبقع البكتيرى bacterial spot على نبات الفلفل.



شكل (٥-١٧): أعراض الإصابة بالتبقع البكتيرى على ثمرة الفلفل.



شكل (٥-١٨): أعراض الإصابة بالذبول البكتيرى bacterial wilt فى الحزم الوعائية لقاعدة ســاق نبات الفلفل.



شكل (٥-١٩): أعراض الإصـــابة بالعفن الطرى البكتيرى bacterial soft rot على ثمرة الفلفل.



شكل (٥-٢٠): ثمرة فلفل أصيبت بالعفن الطرى البكتيرى، ولم يتبق منها بعد جفافها، وهى عالقة على النبات سوى جدارها الخارجى فقط.



شكل (٥-٢١): أعراض الإصابة بفيرس موزايك الخيار Cucumber Mosaic Virus علـى أوراق الفلفل.



شكل (٥-٢٢): أعراض الإصابة بفيرس موزايك الخيار على ثمرة الفلفل.



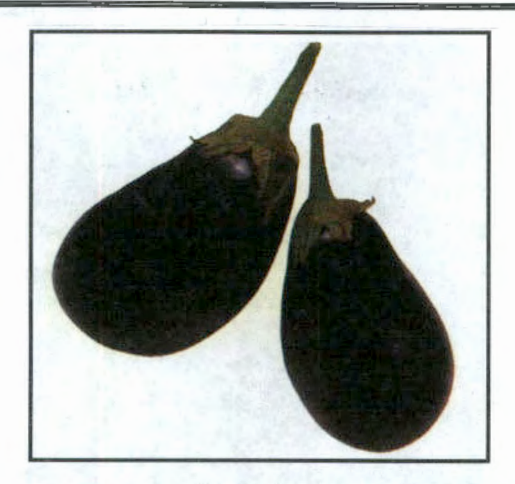
شكل (٥-٢٣): أعراض الإصابة بفيرس موزايك التبغ Tobacco Mosaic Virus فى الفلفل.



شكل (٥-٢٤): أعراض الإصابة بفيرس واى البطاطس Potato Virus Y فى الفلفل (MacNab وآخرون ١٩٨٣).



شكل (٥-٢٥): أعراض الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع Tomato Spotted Wilt Virus على أوراق الفلفل (AVRDC ١٩٩٦).



شكل (٦-١): صنف الباذنجان بلاك بيوتى Black Beauty.



شكل (٦-٢): صنف الباذنجان فلوريدا ماركت Florida Market.



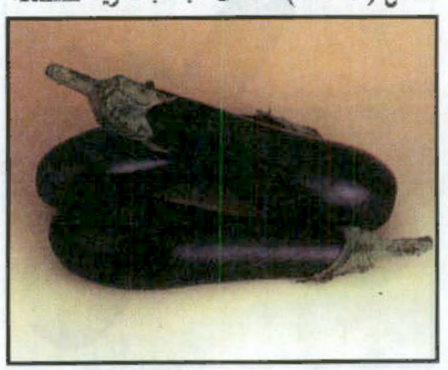
شكل (٦-٣): صنف الباذنجان لونج بيربل Long Purple.



شكل (٦-٤): صنف الباذنجان روندونا Rondona.



شكل (٦-٥): صنف الباذنجان ريما Rima.



شكل (٦-٦): صنف الباذنجان ميليدا Mileda.



شكل (٦-٧) أعراض الإصابة بلفحة اسكليروشيم Sclerotium rot على قاعدة ساق الباذنجـــان، حيث تظهر الأجسام الحجرية للفطر بلون بنى (McNab وآخرون ١٩٨٣).



شكل (٦-٨): أعراض الإصابة بلفحة ألترياريا على ثمار أوراق الباذنجان.



شكل (٦-٩): أعراض الإصابة بلفحة فوموبسس Phomopsis blight على ثمار الباذنجان (الصورة العلوية اليسرى مع منظر عن قرب لبكنيديا الفطر فى الصورة العلوية اليمنى)، والأوراق (الصورة السفلية اليسرى)، والساق (الصورة السفلية اليمنى).

المؤلف فى سطور

دكتور / أحمد عبدالمنعم حسن. أستاذ الخضر بكلية الزراعة – جامعة القاهرة. من مواليد محافظة البحيرة ١٩٤٢. حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى عام ١٩٦٢، والماجستير من جامعة ولاية نورث كارولينا ١٩٦٦، والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠. عَمل بجامعات الإسكندرية، والقاهرة، وبغداد، والإمارات العربية المتحدة. أشرف على عديد من طلبة الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس، وبغداد. عضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية. له ٣٣ مؤلفًا علميًا وأكثر من ٧٥ بحثًا علميًا منشورة فى الدوريات العلمية المحلية والعالمية. حصل على جائزة الدولة التشجعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى – مصر)، والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى)، وأربع جوائز عن التأليف العلمى الزراعى (وزارة الزراعة – مصر).

* أصدرت له الدار العربية للنشر والتوزيع الكتب التالية:

• فى مجال إنتاج الخضر: أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية – إنتاج محاصيل الخضر.

• فى مجال تربية النبات: أساسيات تربية النبات – تربية محاصيل الخضر – تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات.

• سلسلة العلم والممارسة فى العلوم الزراعية: تكنولوجيا الزراعات المحمية (طبعات: ١٩٨٨، و ١٩٩٠)– الطماطم – البطاطس – البصل والثوم – القرعيات – الخضر الثمرية – الخضر الجذرية والورقية والزهرية – الخضر الثانوية.

• سلسلة "العلم والممارسة لإنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية": أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية – إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية – إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية – إنتاج وفسيولوجيا وإعتماد بذور الخضر.

• سلسلة "محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة": الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى والممارسات الزراعية والحصاد والتخزين – الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها – إنتاج البطاطس – إنتاج البصل والثوم – القرعيات: تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى والممارسات الزراعية والحصاد والتخزين – القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها – إنتاج الفلفل والباذنجان.

* ويصدر قريبًا بمشيئة الله : إنتاج الخضر البقولية – إنتاج الفراولة.

مطابع المكتب المصرى الحديث
MODERN EGYPTIAN PRESS
ت : ٤٤٤١٠٧٠ – ٤٤٤١٠٧٤ – فاكس ٤٤٤١٠٧٧